

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Самарский государственный аграрный университет»



# ***ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ***

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ ПО МАТЕРИАЛАМ  
VI ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ

*11 декабря 2020 г.*

Кинель 2021

УДК 621.31  
ББК 40.76  
Э45

**Э45** Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве : сб. науч. тр. по мат. VI Всероссийской науч.-практ. конф. – Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2021. – 84 с.

Сборник включает лучшие статьи, представленные на VI Всероссийской научно-практической конференции инженерного факультета Самарского ГАУ. В сборнике представлены результаты обзора литературных источников, предложены оригинальные схемы и конструкции различных машин и приборов.

Издание представляет интерес для специалистов агропромышленного комплекса, научных и научно-педагогических работников сельскохозяйственного направления, бакалавров, магистрантов, студентов, аспирантов и руководителей сельскохозяйственных предприятий.

Статьи приводятся в авторской редакции. Авторы опубликованных статей несут ответственность за патентную чистоту, достоверность и точность приведенных фактов, цитат, собственных имен и прочих сведений, а также за разглашение данных, не подлежащих открытой публикации.

УДК 621.31  
ББК 40.76

© ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, 2021

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ И УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И МАГНИТНОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ РАСТЕНИЙ

Евсеев Евгений Александрович, магистрант 1 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Кузичкин Дмитрий Сергеевич, магистрант 2 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Руководитель: Васильев Сергей Иванович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: evseevevgen15@gmail.com

**Ключевые слова:** электрическое поле, магнитное поле, устройства стимуляции, фотосинтез.

*Приведен обзор и анализ существующих способов и устройств для стимуляции растений с применением электрического и магнитного поля. Представлены перспективы эффективности стимулирования растений.*

Известно, что стимулирование растений электрическим или магнитным полями показывает хороший результат и сказывается на урожайности. Электрический ток воздействует на растения посредством коррекции проходящих в них сложных физиологических процессов: фотосинтеза, дыхания, поглощение элементов питания. Известно, что возможно искусственно ускорить фотосинтез и другие обменные процессы, протекающие во всех частях растений, если по ним пропустить слабый электрический ток. Если через грядку пропускать слабый электрический ток, то это хорошо сказывается на росте растений. Воздействие электрического тока идёт по многим направлениям. Ионизация почвы ускоряет идущие в ней химические и биохимические реакции. Активизируются микроорганизмы, увеличивается перемещение влаги, разлагаются вещества, которые плохо усваиваются растениями, на более простые и легкоусвояемые [1, 10].

Далее рассмотрены наиболее актуальные и современные способы и устройства для электрического и магнитного стимулирования роста растений.

Устройство (рис. 1) электростимуляции жизнедеятельности растений (патент № 717035) [2].

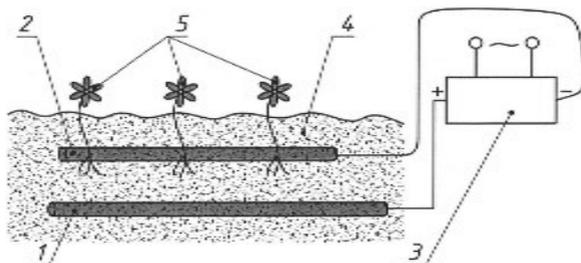
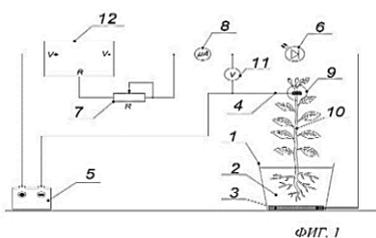


Рис. 1. Схема устройства электростимуляции жизнедеятельности растений

Способ электростимуляции жизнедеятельности растений (патент №2261588; Ларцев В. В.)

Устройство электростимуляции растений для открытого и защищенного грунта (патент № 2729989; Качан С. А.) (рис. 2) [2].



Фиг. 1

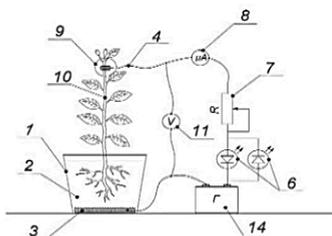


Рис. 2. Устройство электростимуляции растений для открытого и защищенного грунта

Эффективность и перспективы стимуляции растений электрическим полем и током [3, 5, 9].

1) Электростимуляция зерновых в полевых условиях поднимала урожай на 10-15%, по другим экспериментам прибавка урожая составляет до 7 ц/га. Максимальное число опытов было проведено на овощах.

2) Так, если создать у корней томатов постоянное электростатическое поле, прибавка урожая составит до 25%, за счёт увеличения размеров плодов и их количества на одном растении.

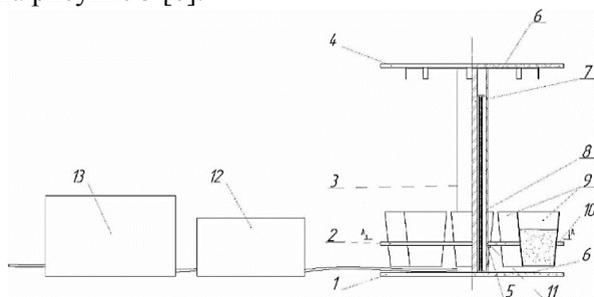
3) Особенно благотворно воздействует электричество на морковь, урожайность вырастает на 35%, и на малину, урожай которой почти удваивается.

*Способы и устройства для магнитной стимуляции растений.*

Магнитное поле представляет собой особую форму материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между движущимися электрическими зарядами [4, 6].

Постоянное магнитное поле – это магнитное поле, неизменяющееся во времени. Магнитное поле создается движущимися заряженными частицами, проводниками с током, постоянными магнитами. Магнитное поле действует на движущиеся заряженные частицы, на проводники с током, на постоянные магниты, на рамку с током.

Устройство (рис. 3) магнитной стимуляции растений (патент № 2699720; Сыркин В. А.). Схема предлагаемого устройства представлена на рисунке 3 [6].



*Рис. 3. Устройство магнитной стимуляции растений*

Устройство для магнитно-импульсной обработки растений (рис. 4). Патент № 2523162 (Донецких В. И.) [1, 7]. Принципиальная схема устройства представлена на рисунке 4.

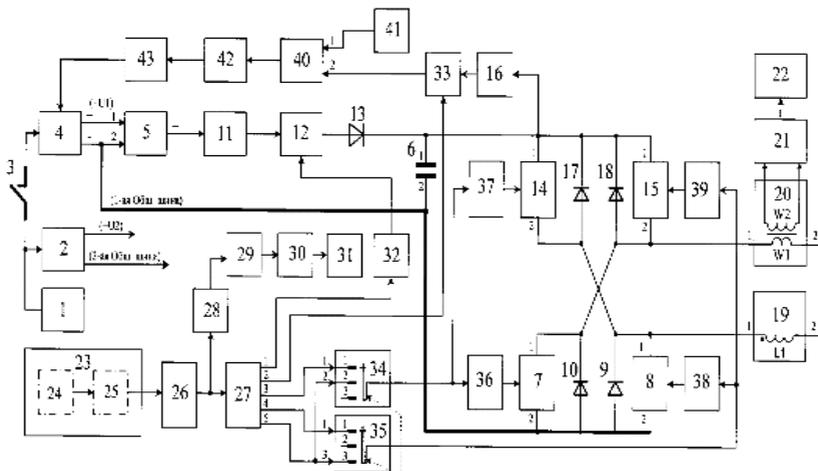


Рис. 4. Устройство для магнитно-импульсной обработки растений

В различных государствах мира ученые проводят изучение влияния магнитного поля на растения. В Канаде, к примеру, «намагничивают» перед посевом семена сои, ячменя, гречихи, перцев, и т.д. и получают за счет данного урожай на 20% больше, чем от необработанных семян [1, 2, 8].

Анализ существующих способов и устройств для электрического и магнитного стимулирования растений сельскохозяйственных культур показал, что исследования в перечисленных направлениях проводятся в течение длительного времени многими учёными и исследователями. Полученные ими результаты свидетельствуют о достижении положительного эффекта в процессе как электрического, так и магнитного стимулирования растений. Однако, рекомендуемые характеристики электрического и магнитного полей, полученные в ранее проведённых исследованиях, различны и не всегда воспроизводимы [1, 3].

#### Библиографический список

1. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для контроля и воздействия на сельскохозяйственные объекты : отчет о НИР (заключ.) ; рук. Нугманов С. С. ; исполн.: Васильев С. И. [и др.]. – Кинель, 2018. – 160 с. – № ГР 01201376403.

2. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для воздействия на сельскохозяйственные объекты : монография

/ С. С. Нугманов, С. И. Васильев, Т. С. Гриднева [и др.]. – Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. – 150 с.

3. Крючин, Н. П. Применение электрического поля для совершенствования процесса дозирования трудносыпучих семян / Н. П. Крючин, С. И. Васильев, А. Н. Крючин // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сб. ст. VI Международной науч.-практ. конф. – В 3-х кн. – Барнаул : Изд-во АГАУ, 2011. – Кн. 3. – С. 56-59.

4. Васильев, С. И. Новые направления развития методики комплексного измерения твердости и влажности почвы // Достижения науки агропромышленному комплексу : сб. науч. тр. – Самара : РИЦ СГСХА, 2013. – С. 59-62.

5. Васильев, С. И. Результаты стимулирования семян в электрическом поле / С. И. Васильев, Р. В. Киселев // Вклад молодых ученых в аграрную науку : мат. Международной науч.-практ. конф. – Кинель : РИО СГСХА, 2017. – С. 238-242.

6. Васильев, С. И. Электромагнитная стимуляция растений в условиях защищенного грунта / С. И. Васильев, С. В. Федоров // Вклад молодых ученых в аграрную науку. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2016. – С. 341-343.

7. Электрофизическая предпосевная обработка семян как способ интенсификации процессов в растениеводческой отрасли сельского хозяйства : монография / С. И. Васильев, И. В. Юдаев, С. В. Машков [и др.]. – Кинель : РИО ФГБОУ ВО Самарского ГАУ, 2020. – 239 с.

8. Сыркин, В. А. Стимулирование семян чечевицы импульсным магнитным полем / В. А. Сыркин, Т. С. Гриднева, П. В. Крючин [и др.] // Вестник аграрной науки Дона. – зерноград, 2018. – №42. – С. 53-58.

9. Аксенов, М. П. Результаты исследований комплексного воздействия электрического поля и регулятора роста на посевные, ростовые и продуктивные свойства подсолнечника в зоне черноземных почв Волгоградской области / М. П. Аксенов, Н. Ю. Петров, И. В. Юдаев // Вестник аграрной науки Дона. – 2016. – № 1(33). – С. 55-63.

10. Vasilev, S. I. Results of studies of plant stimulation in a magnetic field / S. I. Vasilev, S. V. Mashkov, V. A. Syrkin [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Т. 9, № 4. – P. 706-710.

## РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ РАСТЕНИЙ В КОНТРОЛИРУЕМОЙ СРЕДЕ

Калёнов Валерий Павлович, магистрант 2 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Исаев Артем Витальевич, магистрант 1 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Руководитель: Васильев Сергей Иванович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: pollitryk@mail.ru

**Ключевые слова:** светильник, светодиод, регулирование спектра, световой поток, схема.

*Разработана принципиальная электрическая схема устройства для освещения (досвечивания) растений. Установка является светодиодной и имеет возможность регулирования спектра и интенсивности излучаемого светового потока.*

При реализации современных агротехнологий в защищенном грунте всегда имеется возможность выращивания овощных культур при снижении энергозатрат. Перспективным направлением снижения затрат энергии является разработка более совершенных конструкций, способов и режимов работы технологического оборудования, в частности систем искусственного облучения [1, 3, 4]. В настоящее время уделяется большое внимание развитию промышленной светокультуры, в частности интенсивной светокультуре растений с широким использованием искусственных источников излучения [9, 10].

Для повышения эффективности процесса досвечивания в тепличных технологиях находят широкое применение светодиодные фитосветильники [2, 5].

При разработке нового светильника за основу взят известный светодиодный фитосветильник (RU 2454066). Данное устройство содержит платы со световыми элементами, состоящими из групп светодиодов с различными спектрами излучения, вентилятор и

систему управления с коммутатором групп светодиодов, датчиком освещенности и датчиком-спектрометром. Платы выполнены из гибкого материала в виде полуцилиндров, соединены попарно навесами и установлены в цилиндрический плафон. Светодиоды расположены с наружной стороны плат в несколько рядов. Система управления вынесена за пределы корпуса и выполнена на базе промышленного компьютера, управляющего фитооблучателем по программе. При таком выполнении снижается материалоемкость устройства и упрощается система управления, повышается эффективность использования световой энергии устройства культивируемыми растениями, улучшаются условия для процесса фотосинтеза и, как следствие, повышается урожайность растений защищенного грунта, сокращаются сроки выращивания растительной продукции [2, 4, 6].

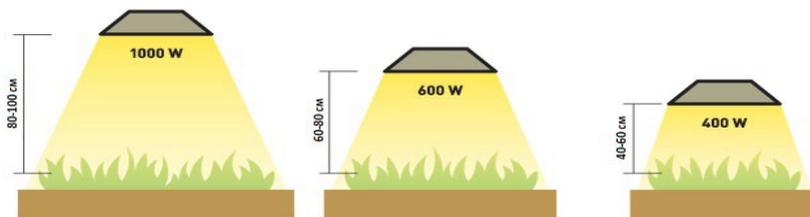
Недостатком данного устройства является отсутствие регулирования спектра. Эта проблема не позволяет эффективно применять освещение и влиять на рост и развитие растений.

Проблема решена с помощью разделения светодиодов на группы по цветам, что дало возможность регулировать каждый спектр отдельно в зависимости от потребности растения. Спектр излучения светодиодов подобран таким образом, чтобы его состав соответствовал потребностям растений того или иного вида для обеспечения оптимального фотосинтеза. Соотношение световых потоков подбирается заранее и затем может регулироваться в широких пределах. Это соотношение регулируется в соответствии с видом и стадией развития растения. Светодиоды различного спектра излучения распределены вдоль лицевой поверхности фитосветильника равномерно. При этом группы светодиодов определенного спектра излучения располагают преимущественно в одном из плафонов, а плафоны чередуют. Часть светодиодов может иметь ультрафиолетовый и инфракрасный спектры излучения [5, 7].

В систему управления входит блок электропитания и микропроцессорная система управления, в которую встроен компьютерный блок задания режима включения (БЗРВ). К БЗРВ в свою очередь подключены программируемый контроллер для перевода схемы из ручного режима в автоматический, датчик внешней освещенности, спектрометр, таймер, а также программируемый контроллер вида растений. Кроме того, в систему управления введен программируемый контроллер задания режимов для поддер-

жания суточного цикла изменения спектра освещения и величины освещенности в соответствии с выбранной программой. Также в схему может быть введен программируемый контроллер, который позволяет учесть тип внешнего источника света. В варианте технического решения в схему управления введен программируемый контроллер, обеспечивающий заданный режим импульсного включения световых элементов с регулятором, управляющим продолжительностью световых импульсов, с регулятором освещенности и регулятором длительности темновых пауз [3].

Также очень важно подобрать правильное расстояние между фитолампой и растением. Минимальное расстояние до ближайших листьев растений 20 см. Максимальное расстояние зависит от мощности фитолампы и от наличия дополнительного источника искусственного или солнечного освещения. Оптимальное расстояние от растений 1,2-1,5 м. Чем ближе, тем больше света получают растения. Большее расстояние уменьшит освещенность. Размещение фитоламп подбирается индивидуально. Желательно чтобы направление свечения ламп совпадало с источником естественного освещения, тогда растениям не придется постоянно менять ориентацию листьев в направлении источника света [2, 6].



*Рис. 1. Схема размещения фитосветильников*

Далее для электропитания светодиодов и управления светотехническими характеристиками разрабатываемого фитосветильника была разработана его электрическая схема, которая представлена на рисунке 2.

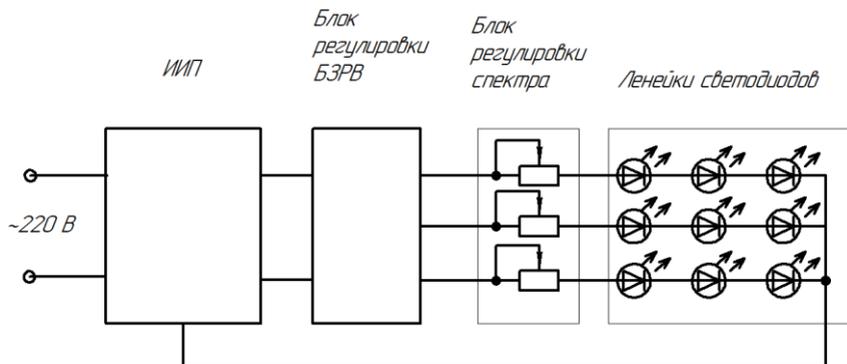


Рис .2. Электрическая схема фитосветильника

Фитосветильник состоит из импульсного источника питания (ИИП), он служит для преобразования входного напряжения до необходимой величины. Блок регулировки БЗРВ – блок задания режимов включения, он нужен для автоматизированной работы фитосветильника. Блок регулировки спектра необходим для регулировки спектра, чтобы создать необходимый спектральный состав для растения. Далее линейка светодиодов, в одном светильнике 3 ряда по 40 RGB (полноцветных) светодиодов, в общем 120 штук, мощность каждого светодиода 3 Вт.

#### Библиографический список

1. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для контроля и воздействия на сельскохозяйственные объекты: отчет о НИР (заключ.) ; рук. Нугманов С. С. ; исполн.: Васильев С. И. [и др.]. – Кинель, 2018. – 160 с. – № ГР 01201376403.
2. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для воздействия на сельскохозяйственные объекты : монография / С. С. Нугманов, С. И. Васильев, Т. С. Гриднева. – Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. – 150 с.
3. Моргунов, Д. Н. Исследование спектральных характеристик электрических источников света / Д. Н. Моргунов, С. И. Васильев // Вестник аграрной науки Дона. – 2017. – №38. – С. 5-13.
4. Крючин, Н. П. Применение электрического поля для совершенствования процесса дозирования трудносыпучих семян / Н. П. Крючин, С. И. Васильев, А. Н. Крючин // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сб. ст. VI Международной науч.-практ. конф. – В 3-х кн. – Барнаул : Изд-во АГАУ, 2011. – Кн. 3. – С. 56-59.

5. Моргунов, Д. Н. Анализ характеристик светодиодных источников света / Д. Н. Моргунов, С. И. Васильев // Известия Оренбургского ГАУ. – Оренбург, 2016. – №6(62). – С. 75-77.

6. Васильев, С. И. Результаты стимулирования семян в электрическом поле / С. И. Васильев, Р. В. Киселев // Вклад молодых ученых в аграрную науку : мат. Международной науч.-практ. конф. – Кинель : РИО СГСХА, 2017. – С. 238-242.

7. Электрофизическая предпосевная обработка семян как способ интенсификации процессов в растениеводческой отрасли сельского хозяйства : монография / С. И. Васильев, И. В. Юдаев, С. В. Машков [и др.]. – Кинель : РИО ФГБОУ ВО Самарского ГАУ, 2020. – 239 с.

8. Сыркин, В. А. Обоснование частоты вращения ротора радиальной электрифицированной медогонки с горизонтальной осью вращения / В. А. Сыркин, С. И. Васильев // Известия Самарской ГСХА. – Самара : РИЦ СГСХА, 2016. – С. 51-54.

9. Степанчук, Г. В. Энергоэффективная система облучения в теплице / Г. В. Степанчук, И. В. Юдаев, А. В. Жарков // Вестник аграрной науки Дона. – 2016. – № 1(33). – С. 5-12.

10. Vasilev, S. I. Results of studies of plant stimulation in a magnetic field / S. I. Vasilev, S. V. Mashkov, V. A. Syrkin [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Т. 9, № 4. – P. 706-710.

УДК 621.3.032; 631.17

## **РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ РАСТЕНИЙ В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ**

Орлов Илья Евгеньевич, студент 4 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Руководитель: Васильев Сергей Иванович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: si\_vasilev@mail.ru

**Ключевые слова:** фитосветильник, светодиод, регулирование спектра, световой поток, схема.

*Представлена конструктивная схема и описание разрабатываемого фитосветильника, предназначенного для освещения или досвечивания растений, выращиваемых в закрытом грунте. Преимуществом*

предлагаемого фитосветильника является простота конструкции, меньшая металлоёмкость и масса, равномерный световой поток.

В соответствии с задачами исследования необходимо разработать конструктивную схему фитосветильника.

После того, как определены световые характеристики светильника, возникает проблема, связанная с тем, каким образом в одном источнике света собрать оптимальный световой состав. Их известного светильника [1, 3] был взят состав светодиодных плат, на основании чего и разработана конструктивная схема предлагаемого светильника. Оптимальное количество светодиодов, равно 120 шт. Каждый спектр регулируется отдельно, что позволяет подобрать оптимальный спектральный состав для каждого растения. Дополнительно установлен датчик времени и датчик освещенности. Эти датчики служат для автоматизированной работы фитосветильника. Например, по датчику времени срабатывает в 6:00, датчик освещенности включает светильник, если освещенность ниже 5000 лк. В 23:00 датчик времени полностью выключает фитосветильник. Возможны и другие настройки датчиков, для каждого растения настраивается индивидуально [2, 4, 5, 9].

Разработана конструктивная схема фитосветильника, которая представлена на рисунке 1.

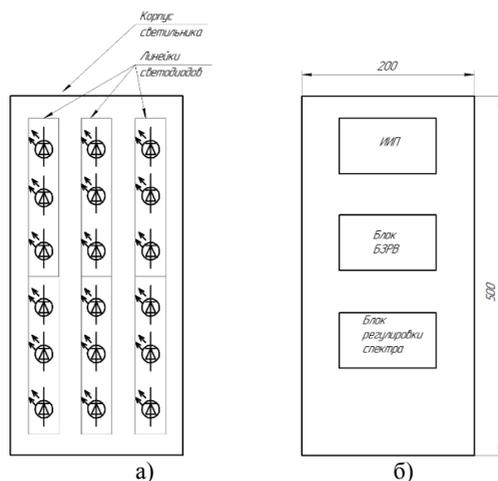


Рис. 1. Конструктивная схема фитосветильника:  
а – передняя часть; б – задняя часть

Фитосветильник имеет прямоугольную форму, что способствует удобству его применения в рядах. Размеры: длина 500 мм, ширина 200 мм, толщина 50 мм.

Схема расположения и подключения светодиодов представлена на рисунке 2 [3, 6, 7].

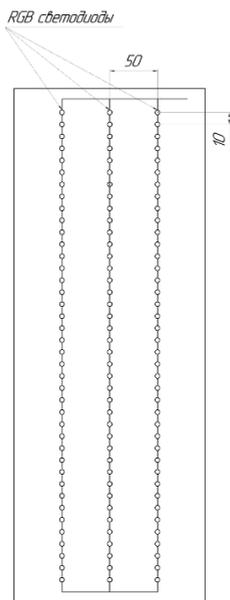


Рис. 2. Схема расположения и подключения светодиодов в фитосветильнике

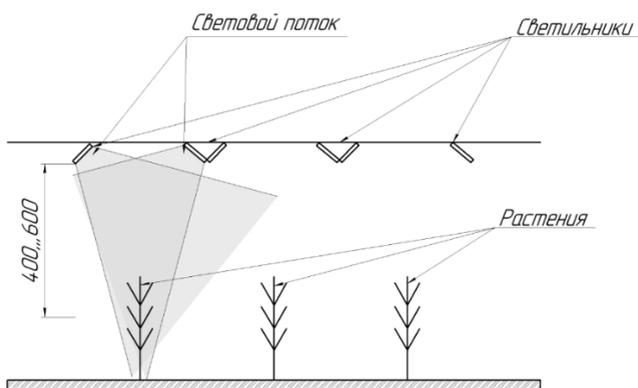


Рис. 3. Расположение фитосветильников в теплице

Расположение светильников представлено на рисунке 3. Светильники расположены в верхней части теплицы между рядами, в количестве 2 шт., под углом 45 градусов к горизонту, в крайних рядах установлено по одному светильнику. Такое расположение светильников дает максимальную освещенность всех растений, минимизирует количество теней [2, 3, 8].

#### Библиографический список

1. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для контроля и воздействия на сельскохозяйственные объекты: отчет о НИР (заключ.) ; рук. Нугманов С. С. ; исполн.: Васильев С. И. [и др.]. – Кинель, 2018. – 160 с. – № ГР 01201376403.
2. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для воздействия на сельскохозяйственные объекты : монография / С. С. Нугманов, С. И. Васильев, Т. С. Гриднева [и др.]. – Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. – 150 с.
3. Васильев, С. И. Результаты исследования спектральных характеристик светодиодов, применяемых в электротехнологии досвечивания сельскохозяйственных культур // Наука и современность : сб. мат. V Международной науч.-практ. конф. – М. : НИЦ «Империя», 2016. – С. 37-39.
4. Моргунов, Д. Н. Анализ характеристик светодиодных источников света / Д. Н. Моргунов, С. И. Васильев // Известия Оренбургского ГАУ. – Оренбург, 2016. – №6(62). – С. 75-77.
5. Электрофизическая предпосевная обработка семян как способ интенсификации процессов в растениеводческой отрасли сельского хозяйства : монография / С. И. Васильев, И. В. Юдаев, С. В. Машков [и др.]. – Кинель : РИО ФГБОУ ВО Самарского ГАУ, 2020. – 239 с.
6. Васильев, С. И. Результаты стимулирования семян в электрическом поле / С. И. Васильев, Р. В. Киселев // Вклад молодых ученых в аграрную науку : мат. Международной науч.-практ. конф. – Кинель : РИО СГСХА, 2017. – С. 238-242.
7. Сыркин, В. А. Обоснование частоты вращения ротора радиальной электрифицированной медогонки с горизонтальной осью вращения / В. А. Сыркин, С. И. Васильев // Известия Самарской ГСХА. – Самара : РИЦ СГСХА, 2016. – С. 51-54.
8. Васильев, С. И. Электромагнитное стимулирование семян и растений / Инновационные достижения науки и техники АПК : сб. науч. тр. Международной науч.-практ. конф. – Кинель : РИО СГСХА, 2018. – С. 366-369.
9. Степанчук, Г. В. Энергоэффективная система облучения в теплице / Г. В. Степанчук, И. В. Юдаев, А. В. Жарков // Вестник аграрной науки Дона. – 2016. – № 1(33). – С. 5-12.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ В ТЕХНОЛОГИИ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Орлов Илья Евгеньевич, студент 4 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Руководитель: Васильев Сергей Иванович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: si\_vasilev@mail.ru

**Ключевые слова:** агрооценка, твердость, плотность, точное земледелие, образец почвы.

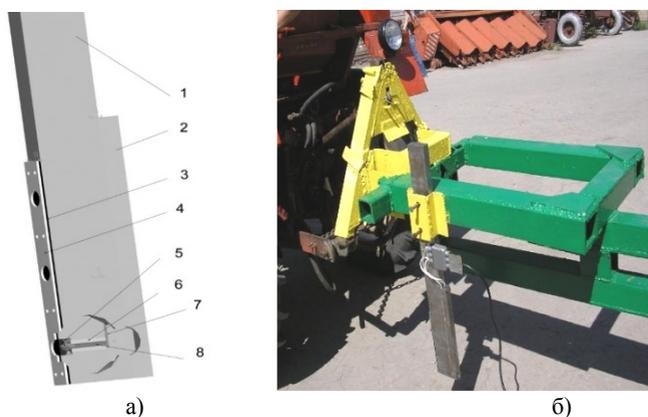
*Дан перечень новых технических средств, предназначенных для проведения агрооценки состояния почвы в условиях точного земледелия. Описаны конструкция и принцип работы приведенных технических средств.*

В условиях всё более активного развития и внедрения технологий точного земледелия создана и совершенствуется система машин для осуществления данных технологий, как импортного, так и российского производства (почвообрабатывающих, для внесения удобрений и др.). Проблема заключается в том, что для обеспечения эффективной работы таких машин и осуществления технологий точного земледелия необходимо производить массовые измерения параметров и свойств, характеризующих объекты с.-х. производства, например, твердости, плотности, структуры почвы, глубины гумусового слоя и т.д. Технологий и технических средств для осуществления массовых измерений свойств и параметров почвы разработано недостаточно, а проблема, в целом, мало изучена [1, 3].

Поэтому с целью повышения точности и обеспечения массовости измерения свойств и параметров почвы нами были проведены исследования, направленные на совершенствование методов и разработку новых технических средств, обеспечивающих

возможность проведения необходимых измерений. Например, были разработаны и усовершенствованы методы горизонтального непрерывного и вертикального измерения твердости почвы, отбора проб почвы без нарушения ее структуры, измерения глубины гумусового горизонта. Созданы устройства для осуществления измерений в соответствие с данными методами [2, 6].

1) Трехканальное устройство для горизонтального непрерывного измерения твердости почвы (рис. 1) [3, 4].



*Рис. 1. Трёхканальное устройство для горизонтального непрерывного измерения твердости почвы:*

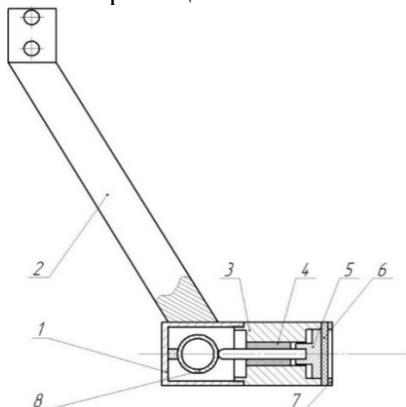
- а – схема конструкции прибора; б – схема крепления в рабочем положении;  
1 – корпус; 2 – задняя крышка; 3 – мембрана; 4 – передняя крышка;  
5 – наконечник; 6 – втулка; 7 – балка; 8 – плунжер

Устройство имеет три независимых канала расположенных на расстоянии 10 см друг от друга, а конструкция прибора исключает их взаимное влияние.

Особенностью конструктивной схемы данного твердомера является то, что плунжеры с наконечниками размещены внутри корпуса твердомера и контактируют с почвой не напрямую, а через упругую мембрану, что позволяет исключить влияние сил бокового трения на результаты измерений и, тем самым, значительно повысить их достоверность [2, 5].

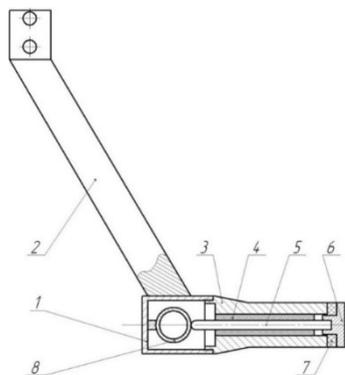
Расположение наконечника внутри корпуса твердомера имеет преимущество и в том, что позволяет разместить несколько наконечников на любом возможном расстоянии между собой, так как

исключается их взаимное влияние друг на друга. Влияние мембраны на достоверность измерений исключается за счет малой величины перемещения наконечника (1,5...2 мм).



*Рис. 2. Схема одноканального устройства для горизонтального непрерывного измерения твердости почвы со встроенным наконечником:*

- 1 – корпус; 2 – стойка; 3 – удлинитель;
- 4 – втулка; 5 – наконечник с плунжером;
- 6 – мембрана; 7 – передняя крышка;
- 8 – тензометрическое звено



*Рис. 3. Схема одноканального устройства для горизонтального непрерывного измерения твердости почвы с выносным наконечником:*

- 1 – корпус; 2 – стойка;
- 3 – удлинитель; 4 – втулка;
- 5 – плунжер; 6 – наконечник;
- 7 – уплотняющая вставка;
- 8 – тензометрическое звено

2) Одноканальное устройство для горизонтального непрерывного измерения твердости почвы с двумя разновидностями сменных измерительных насадок (рис. 2, 3) [3, 7].

Устройство имеет один канал измерения, но позволяет быстро менять измерительные насадки в зависимости от типа почвы (на сухих песчаных почвах – со встроенным наконечником (рис. 2), на влажных суглинистых – с выносным наконечником (рис. 3)). Данное устройство обладает более высокой точностью и достоверностью измерений, а также более низким тяговым сопротивлением.

Применение разработанных устройств совместно с GPS навигатором позволит создавать послойные (объемные) карты распределения твердости почвы с высокой достоверностью измерений за счет их массовости [1, 8].

Используя представленные устройства, в технологиях сберегающего земледелия, возможна значительная экономия энергоресурсов и удобрений.

#### Библиографический список

1. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для контроля и воздействия на сельскохозяйственные объекты : отчет о НИР (заключ.) ; рук. Нугманов С. С. ; исполн.: Васильев С. И. [и др.]. – Кинель, 2018. – 160 с. – № ГР 01201376403.
2. Нугманов, С. С. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для воздействия на сельскохозяйственные объекты : монография / С. С. Нугманов, С. И. Васильев, Т. С. Грднева [и др.]. – Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. – 150 с.
3. Васильев, С. И. Комбинированное устройство для комплексного измерения твердости и влажности почвы // Вклад молодых ученых в аграрную науку Самарской области : сб. науч. тр. – Самара : РИЦ СГСХА, 2011. – С. 96-99.
4. Крючин, Н. П. Совершенствование процесса дозирования трудносylучих семян путем применения электрического поля / Н. П. Крючин, С. И. Васильев, А. Н. Крючин // Известия Самарской ГСХА. – Самара, 2010. – Вып. 3. – С. 36-40.
5. Электрофизическая предпосевная обработка семян как способ интенсификации процессов в растениеводческой отрасли сельского хозяйства : монография / С. И. Васильев, И. В. Юдаев, С. В. Машков [и др.]. – Кинель : РИО ФГБОУ ВО Самарского ГАУ, 2020. – 239 с.
6. Васильев, С. И. Результаты стимулирования семян в электрическом поле / С. И. Васильев, Р. В. Киселев // Вклад молодых ученых в аграрную науку : мат. Международной науч.-практ. конф. – Кинель : РИО СГСХА, 2017. – С. 238-242.
7. Сыркин, В. А. Обоснование частоты вращения ротора радиальной электрифицированной медогонки с горизонтальной осью вращения / В. А. Сыркин, С. И. Васильев // Известия Самарской ГСХА. – Самара : РИЦ СГСХА, 2016. – С. 51-54.
8. Васильев, С. И. Электромагнитное стимулирование семян и растений // Инновационные достижения науки и техники АПК : сб. науч. тр. Международной науч.-практ. конф. – Кинель : РИО СГСХА, 2018. – С. 366-369.

## ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОЧВЫ

Ракин Никита Александрович, студент 4 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Руководитель: Васильев Сергей Иванович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: si\_vasilev@mail.ru

**Ключевые слова:** агрооценка, твердость, удельное сопротивление, точное земледелие, почвы.

*Приводится перечень новых технических средств, предназначенных для проведения агрооценки состояния почвы в условиях точного земледелия. Описаны конструкция и принцип работы приведенных технических средств.*

При работе с любым физическим материалом необходимо знать его свойства, при работе с почвой это справедливо вдвойне, т.к. почва представляет собой такую среду, которая постоянно меняет свои свойства, как на протяжении времени, так и на относительно небольших расстояниях. Главными параметрами, характеризующими состояние почвы большинство ученых, среди которых Качинский, Горячкин и другие, называют твердость или удельное сопротивление, влажность и механический состав. Для определения этих показателей разработано большое количество методов и технических средств, которые постоянно совершенствуются [1, 3, 4, 7].

Необходимо отметить, что на современном этапе развития, сельское хозяйство во всех развитых странах практически исчерпало возможности дальнейшего повышения урожайности сельскохозяйственных культур за счет химизации. Поэтому, сейчас осуществляется переход на пути точного земледелия или точного сельского хозяйства [2, 4, 6].

Система точного земледелия подразумевает не просто определение показателей, характеризующих состояние почвы или

состояния растительности (густоты стеблей их высоты) в средних значениях по полю, а составления карт поля по выше перечисленным показателям. То есть данная система позволяет определять основные характеристики в связке с координатами.

Основной проблемой в данном случае является привязка получаемых данных к координатам на поле. Для осуществления этого процесса уже разработана и внедряется Глобальная система передачи данных GPS. В целом эта система состоит из сенсорного блока, блока интерпретации данных, передающей системы, спутников, блока накопления и анализа данных. Для нас особый интерес представляет сенсорный блок, а именно устройство для определения твердости почвы.

На данное время существует два главных способа измерения твердости почвы: вертикальным вдавливанием плунжера с насадкой, с одновременной регистрацией усилия, действующего на плунжер со стороны почвы по глубине погружения. А также метод при котором насадка с плунжером движется в почве горизонтально. Последний способ начал разрабатываться относительно недавно. Первыми были твердомеры нажимного действия конструкции Ревякина, Качинского, ВИСХОМа и др. Точность приборов данной серии низка вследствие того, что показания прибора существенно зависят от скорости погружения, а она, в свою очередь, от силы работающего с прибором человека, и плотности почвы на которой производятся измерения и не может выдерживаться постоянной. Для решения этой проблемы были созданы приборы, у которых усилие, прилагаемое для заглубления наконечника, не зависит от силы человека. Одним из таких приборов является прибор предложенной Нугмановой Т. С., в котором усилие заглубления создается гидроцилиндром, работающим от гидросистемы трактора [4]. Данный прибор позволяет решить многие проблемы, однако, как и все приборы вертикального действия позволяет проводить измерения твердости почвы лишь дискретно, т.е. на отдельных загонах в нескольких повторностях, что существенно затягивает процесс измерения. Для устранения этой проблемы имеется способ измерения твердости почвы в движении. Подобные приборы разрабатывались многими учеными, в том числе в Поволжской МИС [2, 5, 7].

Оба данных способа имеют существенные недостатки и достоинства. Так при вертикальном вдавливании плунжера имеется

возможность снизить силу трения плунжера о почву, и тем самым повысить точность измерений, при горизонтальном движении плунжера этого явления избежать не удастся вследствие обваливания почвы со стенок канала образующегося от прохода плунжера на плунжер. При вертикальном вдавливании плунжера также имеется возможность более детального, по сравнению с горизонтальным движением, изучения некоторых структурных элементов поля, например, изучения профиля борозды, формы плужной подошвы. При горизонтальном движении наконечника подобных исследований провести невозможно. Но второй способ дает много преимуществ, о которых уже говорилось выше.

Приборы такого класса позволяют проводить измерения удельного сопротивления почвы непрерывно и на определенной глубине. На основе полученных в результате измерения данных, строится карта распределения твердости почвы по площади поля. Эта карта является ценным источником информации как с агрономической, так и с технической точки зрения. Например, по карте распределения удельного сопротивления почвы можно построить карту толщины гумусового слоя почвы, по способу, разработанному Канаевым А. И. [2]. Но приборы, известные нам, позволяют проводить измерения лишь в одном слое почвы по глубине, на которую они настроены [3, 8].

В связи с этим мы считаем целесообразным и актуальным проводить исследования по созданию установки позволяющей проводить точные измерения удельного сопротивления почвы в движении и одновременно в нескольких слоях. Это позволит создать объемную карту удельного сопротивления почвы, преимущества которой по сравнению с плоской очевидны. На данном этапе мы приступили к исследованиям некоторых конструктивных и рабочих параметров предлагаемой установки, ее схема представлена на рисунке 1. Установка состоит из стойки 1, плунжера 2, сменного наконечника 3, измерительной балки 4, блока усилителя 5, второпластовой втулки 6 и тензодатчиков 7.

Измерение усилия на плунжер оказываемого почвой осуществляется с помощью тензобалки, состоящей из металлической пластины (сталь 65 Г) с наклеенными на нее с обеих сторон тензодатчиками. Сигнал с тензодатчиков должен подаваться на блок усилителя и далее на регистрирующее устройство.

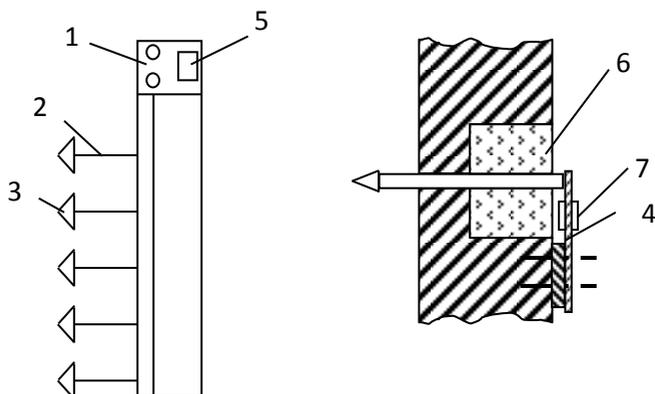


Рис. 1. Схема устройства для измерения удельного сопротивления почвы:

- 1 – стойка; 2 – плунжер; 3 – сменный наконечник; 4 – измерительная балка;  
5 – блок усилителя; 6 – второпластовая втулка; 7 – тензодатчики

Однако, применяя способ измерения удельного сопротивления почвы в движении, невозможно определить такой важный показатель как коэффициент  $K$ , который характеризует сопротивление почвы обработке и энергозатраты.

Дальнейшей задачей по созданию предлагаемой установки является проведение теоретических и экспериментальных исследований по обоснованию конструктивных и рабочих параметров установки, в которые входят исследования:

- оптимальной формы и размера наконечника;
- оптимальной и допустимой скорости движения;
- формы и параметров профиля стойки;
- минимального расстояния между плунжерами.

Также особому рассмотрению подлежит такой параметр как глубина измерения, так как единого мнения по этому поводу в научной литературе нет. Еще одним важным аргументом в пользу разрабатываемой установки можно назвать возможность использования ее непосредственно во время выполнения полевых работ на сельскохозяйственных машинах. Это помимо значительной экономии денежных средств, на отдельное использование техники, исключает ручной труд и дополнительное переуплотнение почвы.

### Библиографический список

1. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для контроля и воздействия на сельскохозяйственные объекты : отчет о НИР (заключ.) ; рук. Нугманов С. С. ; исполн. Васильев С. И. [и др.]. – Кинель, 2018. – 160 с. – № ГР 01201376403.
2. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для воздействия на сельскохозяйственные объекты : монография / С. С. Нугманов, С. И. Васильев, Т. С. Гриднева [и др.]. – Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. – 150 с.
3. Васильев, С. И. Комбинированное устройство для комплексного измерения твердости и влажности почвы // Вклад молодых ученых в аграрную науку Самарской области : сб. науч. тр. – Самара : РИЦ СГСХА, 2011. – С. 96-99.
4. Крючин, Н. П. Совершенствование процесса дозирования трудносыпучих семян путем применения электрического поля / Н. П. Крючин, С. И. Васильев, А. Н. Крючин // Известия Самарской ГСХА. – Самара, 2010. – Вып. 3. – С. 36-40.
5. Электрофизическая предпосевная обработка семян как способ интенсификации процессов в растениеводческой отрасли сельского хозяйства: монография / С. И. Васильев, И. В. Юдаев, С. В. Машков [и др.]. – Кинель : РИО ФГБОУ ВО Самарского ГАУ, 2020. – 239 с.
6. Васильев, С. И. Результаты стимулирования семян в электрическом поле / С. И. Васильев, Р. В. Киселев // Вклад молодых ученых в аграрную науку : мат. Международной науч.-практ. конф. – Кинель : РИО СГСХА, 2017. – С. 238-242.
7. Сыркин, В. А. Обоснование частоты вращения ротора радиальной электрифицированной медогонки с горизонтальной осью вращения / В. А. Сыркин, С. И. Васильев // Известия Самарской ГСХА. – Самара : РИЦ СГСХА, 2016. – С. 51-54.
8. Васильев, С. И. Электромагнитное стимулирование семян и растений // Инновационные достижения науки и техники АПК : сб. науч. тр. Международной науч.-практ. конф. – Кинель : РИО СГСХА, 2018. – С. 366-369.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Евсеев Евгений Александрович, магистрант 1 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Руководитель: Васильев Сергей Иванович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: evseevevgen15@gmail.com

**Ключевые слова:** электромагнитное поле, электростимуляция, напряжённость, ток, фотосинтез.

*Приведен обзор и анализ существующих способов стимулирования растений с применением электромагнитного поля. Предложен метод электромагнитной стимуляции растений с помощью электромагнитного поля высокой и низкой напряженности.*

Электромагнитным излучением являются электромагнитные волны, возбуждаемые различными излучающими объектами – заряженными частицами, атомами, молекулами и др.

По мере развития науки и техники были обнаружены различные виды излучение: радиоволны, видимый свет, рентгеновские лучи, гамма – излучение. Все эти излучения имеют одну и ту же природу. Они являются электромагнитными волнами. Разнообразие свойств этих излучений обусловлено их частотой (или длиной волны). Между отдельными видами излучения нет чёткого разделения, один вид излучения плавно переходит в другой. Различие свойств становится заметным только в том случае, когда длины волн различаются на несколько порядков [1].

Среди факторов, воздействующих на растения, сравнительно недавно открыто прямое и косвенное действие электричества. Известно, что слабый электрический ток, пропускаемый через почву, благотворно влияет на жизнедеятельность растений. При этом опыты по электризации почвы и влиянию данного фактора на развитие растений произведено очень много. Установлено, что это

воздействие изменяет передвижение различных видов почвенной влаги, способствует разложению ряда трудноусваиваемых для растений веществ, провоцирует самые разнообразные химические реакции, в свою очередь, изменяющие реакцию почвенного раствора. Определены и параметры электрического тока, оптимальные для разнообразных почв: от 0,02 до 0,6 мА/см<sup>2</sup> для постоянного тока и от 0,25 до 0,50 мА/см<sup>2</sup> – для переменного [2].

Ученые Института физиологии растений им. К. А. Тимирязева установили, что фотосинтез идет тем быстрее, чем больше разность потенциалов между растениями и атмосферой. Так, например, если около растения держать отрицательный электрод и постепенно увеличивать напряжение (500, 1000, 1500, 2500 В), то интенсивность фотосинтеза будет возрастать (до определенных пределов). Если же потенциалы растения и атмосферы близки, то растение перестает поглощать углекислый газ [3, 8].

Наиболее перспективным, с точки зрения авторов, является применение электромагнитного поля (ЭМП), так как это дает широкие возможности для изменения частот ЭМП, а также создает возможность генерации модулированного по амплитуде и частоте ЭМП, с заданной формой сигнала.

Взаимодействие ЭМП и растительного биологического объекта отличается сложностью из-за того, что даже при неизменных параметрах ЭМП сам биообъект является неоднородным по физическим параметрам: удельной электропроводности  $G$ , диэлектрической  $\varepsilon$  и магнитной  $\mu$  проницаемостей [4, 7].

Данные параметры являются комплексными величинами, зависящими от частоты  $\omega$ . При этом, в зависимости от стадии развития, влажности и температуры биообъекты могут относиться к проводящим средам ( $G \gg \omega \varepsilon \varepsilon_0$ ), полупроводящим ( $G \approx \omega \varepsilon \varepsilon_0$ ), и к диэлектрикам ( $G \ll \omega \varepsilon \varepsilon_0$ ) [5, 6]:

Для практической реализации способа электромагнитной стимуляции растений нами предлагается создавать переменное электромагнитное поле в зоне расположения растений.

На электроды подается переменное напряжение определенной частоты.

Частота подаваемого переменного напряжения будет определяться экспериментальным путем, на основании реакции растений на определенную частоту.

Важным является вопрос о величине напряжения, подаваемого на электроды. Величина напряжения определяется расстоянием между электродами  $h$  (примерно равной высоте расположения струнных электродов), и требуемой величиной напряженности электрического поля  $E_{тр}$ , в котором находятся растения.

Принцип предложенного метода, при небольших изменениях, можно использовать для электромагнитной обработки (стимуляции) семян перед посевом.

Выращивание овощной зеленой продукции при облучении электромагнитным полем имеет следующие преимущества: высокая энергоэффективность; экологическая чистота продукции; интенсификация производства. Увеличение скорости роста растений сопровождается существенным снижением коэффициента вариации размеров и массы получаемой продукции.

#### Библиографический список

1. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для контроля и воздействия на сельскохозяйственные объекты : отчет о НИР (заключ.) ; рук. Нугманов С. С. ; исполн.: Васильев С. И. [и др.]. – Кинель, 2018. – 160 с. – № ГР 01201376403.
2. Нугманов, С. С. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для воздействия на сельскохозяйственные объекты: монография / С. С. Нугманов, С. И. Васильев, Т. С. Гриднева [и др.]. – Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. – 150 с.
3. Крючин, Н. П. Применение электрического поля для совершенствования процесса дозирования трудносъпучих семян / Н. П. Крючин, С. И. Васильев, А. Н. Крючин // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сб. ст. VI Международной науч.-практ. конф. – В 3-х кн. – Барнаул : Изд-во АГАУ, 2011. – Кн. 3. – С. 56-59.
4. Васильев, С. И. Результаты стимулирования семян в электрическом поле / С. И. Васильев, Р. В. Киселев // Вклад молодых ученых в аграрную науку : мат. Международной науч.-практ. конф. – Кинель : РИО СГСХА, 2017. – С. 238-242.
5. Электрофизическая предпосевная обработка семян как способ интенсификации процессов в растениеводческой отрасли сельского хозяйства : монография / С. И. Васильев, И. В. Юдаев, С. В. Машков [и др.]. – Кинель : РИО ФГБОУ ВО Самарского ГАУ, 2020. – 239 с.
6. Сыркин, В. А. Стимулирование семян чечевицы импульсным магнитным полем / В. А. Сыркин, Т. С. Гриднева, П. В. Крючин [и др.] // Вестник аграрной науки Дона. – зерноград, 2018. – №42. – С. 53-58.

7. Моргунов, Д. Н. Исследование спектральных характеристик электрических источников света / Д. Н. Моргунов, С. И. Васильев // Вестник аграрной науки Дона. – 2017. – №38. – С. 5-13.

8. Сыркин, В. А. Обоснование частоты вращения ротора радиальной электрифицированной медогонки с горизонтальной осью вращения / В. А. Сыркин, С. И. Васильев // Известия Самарской ГСХА. – Самара : РИЦ СГСХА, 2016. – С. 51-54.

9. Юдаев, И. В. Электроимпульсная энергосберегающая технология борьбы с сорной растительностью : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.02 / Юдаев Игорь Викторович. – М., 2012. – 36 с.

УДК 621.3.032; 631.17

## **РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ ПОМЕХ, ГЕНЕРИРУЕМЫХ ИИП, ПРИ ОСВЕЩЕНИИ И ЭЛЕКТРОСТИМУЛИРОВАНИИ РАСТЕНИЙ**

Калёнов Валерий Павлович, магистрант 2 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Руководитель: Васильев Сергей Иванович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: pollitryk@mail.ru

**Ключевые слова:** импульсный источник питания, фильтр, помехи, светильник, схема.

*Разработана принципиальная электрическая схема устройства (электрического фильтра), предназначенного для подавления синфазных и дифференциальных помех, генерируемых импульсными источниками питания светодиодных светильников и устройств для стимулирования растений. Преимуществом устройства является простота конструкции, не снижающая функционал фильтра.*

Для управления системой стимулирования разработан специальный блок управления, структурная схема которого представлена на рисунке 1.

Питание цепи осуществляется от сети переменного напряжения 220 В. Для стимулирования растений импульсным полем, необходимо постоянное напряжение. Поэтому, одним из основных

элементов схемы, является импульсный источник питания (ИИП), преобразующий переменное напряжение в постоянное, и поддерживающий его на заданном уровне [1, 4].

Генератор сигнала (ГС) запитан также от постоянного напряжения. Он формирует выходное напряжение заданной формы и частоты. Это напряжение является управляющим сигналом для усилителя высокого напряжения (УВ).

Усилитель высокого напряжения также запитывается от ИИП и, по сути, формирует модулированный сигнал высокого напряжения. То есть он модулирует постоянное напряжение, идущее от ИИП, по форме управляющего сигнала, поступающего от ГС, а затем многократно усиливает его [2, 3].

Функционально, генератор сигналов устроен так, что может генерировать сигнал любой произвольной или стандартной формы и заданной частоты. Это необходимо для того, чтобы подстроиться под электротехнические характеристики различных выращиваемых культур. Благодаря этому возможно проводить электростимулирование различных видов овощных культур [5].

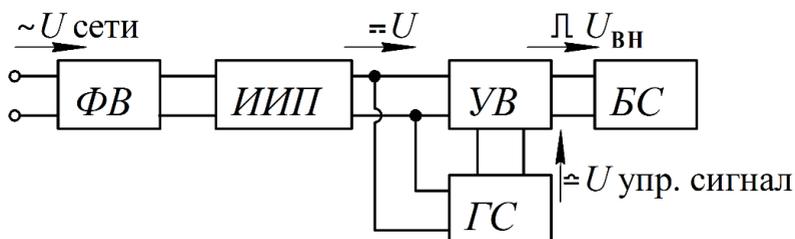


Рис. 1. Принципиальная структурная схема блока управления системой электростимулирования:

ФВ – фильтр входной помехоподавляющий; ИИП – импульсный источник питания; ГС – генератор сигнала; УВ – усилитель высоковольтный; БС – блок стимулирования

Далее высоковольтное модулированное напряжение подается в блок стимулирования (БС), представляющий собой систему электродов определённых размеров и форм и расположенных, относительно друг друга, на определённом заданном расстоянии.

Для защиты электросети, к которой подключена установка, от совокупности высокочастотных помех (синфазных и дифференциальных), которые генерирует ИИП, к его входным клеммам

подключен входной помехоподавляющий фильтр (ФВ) (рис. 2). Данный фильтр разработан специально для системы освещения проектируемого биомодуля. Фильтр содержит два конденсатора, подключенные к входным и выходным, соответственно, клеммам разработанного фильтра и синфазный дроссель. Дроссель расположен между конденсаторами, описанными выше [6, 8].

Для проведения стимулирования растений необходима высоковольтная установка. На данном этапе исследований разработана установка генерирующая переменное напряжение частотой 50 Гц (т.е. без генератора частоты), и возможностью регулирования величины выходного напряжения в интервале от 0 до 50 кВ. Электрическая схема разработанной установки представлена на рисунке 3.

Данная установка смонтирована в металлическом корпусе в целях безопасности (защиты персонала от поражения током высокого напряжения [7]).

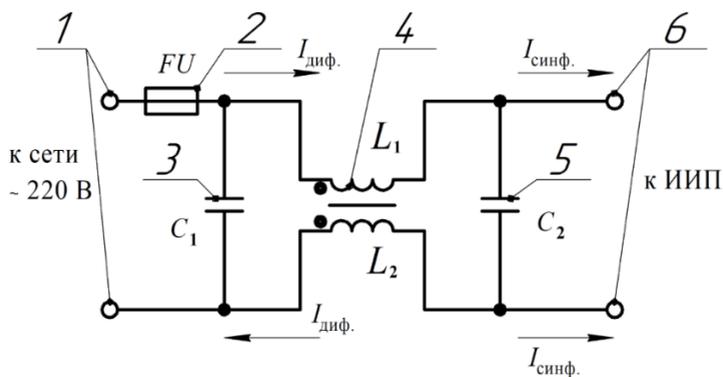


Рис. 2. Принципиальная схема входного помехоподавляющего фильтра:  
 1 – клеммы подключения к сети переменного тока; 2 – предохранитель;  
 3 – конденсатор  $C_1$ ; 4 – синфазный дроссель  $L_1L_2$ ; 5 – конденсатор  $C_2$ ;  
 6 – клеммы подключения к ИИП

Схема предлагаемой установки содержит следующие элементы:  $FU1$  и  $FU2$  – сетевые предохранители;  $HL1$  и  $HL2$  – светодиодные сигнализаторы наличия напряжения;  $R1$  и  $R2$  – резисторы сигнализаторов напряжения;  $Q$  – автоматический выключатель;  $R3$  – потенциометрический реостат;  $V$  – вольтметр;  $T$  – повышающий трансформатор; ЭСР – электродный стимулятор растений (рис. 3).

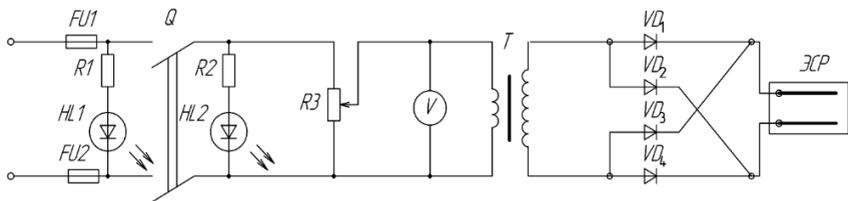


Рис. 3. Схема высоковольтного устройства для электростимулирования растений

Принцип работы устройства следующий. Установка запитывается от стандартного сетевого напряжения 220 В и 50 Гц, которое через сетевые предохранители  $FU1$  и  $FU2$ , необходимые для защиты от короткого замыкания, поступает на автоматический выключатель  $Q$ . О наличии напряжения на выключателе  $Q$  свидетельствует светодиодный сигнализатор  $HL1$ , подключенный через сопротивление  $R1$  для ограничения тока. При включении автомата  $Q$  сетевое напряжение подается на потенциометрический реостат  $R3$ . Он необходим для регулирования напряжения на первичной обмотке повышающего трансформатора  $T$ . Наличие напряжения на нем показывается светодиодным сигнализатором  $HL2$  через резистор  $R2$ . Потенциометрическим реостатом  $R3$  возможно регулировать напряжение на первичной обмотке трансформатора  $T$  в интервале от 0 до 220 В. Величину данного напряжения показывает аналоговый вольтметр  $V$ . Повышающий трансформатор имеет коэффициент трансформации равный 0,00367, т.е. при подаче на его первичную обмотку напряжения равного 220 В, на вторичной обмотке напряжение составит 60000 В. Выходное напряжение трансформатора подается на электродный стимулятор растений ЭСР, представляющий собой совокупность алюминиевых электродов, размещенных в корпусе, подключенных к вторичной обмотке трансформатора [1, 4, 8].

#### Библиографический список

1. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для контроля и воздействия на сельскохозяйственные объекты : отчет о НИР (заключ.) ; рук. Нугманов С. С. ; исполн.: Васильев С. И. [и др.]. – Кинель, 2018. – 160 с. – № ГР 01201376403.
2. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для воздействия на сельскохозяйственные объекты : монография

/ С. С. Нугманов, С. И. Васильев, Т. С. Гриднева [и др.]. – Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. – 150 с.

3. Васильев, С. И. Результаты стимулирования семян в электрическом поле / С. И. Васильев, Р. В. Киселев // Вклад молодых ученых в аграрную науку : мат. Международной науч.-практ. конф. – Кинель : РИО СГСХА, 2017. – С. 238-242.

4. Электрофизическая предпосевная обработка семян как способ интенсификации процессов в растениеводческой отрасли сельского хозяйства: монография / С. И. Васильев, И. В. Юдаев, С. В. Машков [и др.]. – Кинель : РИО ФГБОУ ВО Самарского ГАУ, 2020. – 239 с.

5. Сыркин, В. А. Обоснование частоты вращения ротора радиальной электрифицированной медогонки с горизонтальной осью вращения / В. А. Сыркин, С. И. Васильев // Известия Самарской ГСХА. – Самара : РИЦ СГСХА, 2016. – С. 51-54.

6. Моргунов, Д. Н. Анализ характеристик светодиодных источников света / Д. Н. Моргунов, С. И. Васильев // Известия Оренбургского ГАУ. – Оренбург, 2016. – №6(62). – С. 75-77.

7. Васильев, С. И. Результаты исследования спектральных характеристик светодиодов, применяемых в электротехнологии досвечивания сельскохозяйственных культур // Наука и современность : сб. мат. V Международной науч.-практ. конф. – М. : НИЦ «Империя», 2016. – С. 37-39.

8. Васильев, С. И. Электромагнитное стимулирование семян и растений // Инновационные достижения науки и техники АПК : сб. науч. тр. Международной науч.-практ. конф. – Кинель : РИО СГСХА, 2018. – С. 366-369.

9. Vasilev, S. I. Results of studies of plant stimulation in a magnetic field / S. I. Vasilev, S. V. Mashkov, V. A. Syrkin [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Т. 9, № 4. – P. 706-710.

УДК 631.362

## **АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СПОСОБОВ И УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ СЕМЯН**

Шастина Татьяна Викторовна, магистрант инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Казанцев Максим Юрьевич, магистрант инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Руководитель: Гриднева Татьяна Сергеевна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская обл., г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский,  
ул. Учебная, 2.

E-mail: primer@gambler.ru

**Ключевые слова:** предпосевная обработка семян, импульсное электрическое поле, установка.

*Представлен анализ электрофизических способов и устройств для предпосевого стимулирования семян. Предложена лабораторная установка для предпосековой обработки семян импульсным электрическим током, которая позволит проводить экспериментальные исследования по выявлению оптимальных режимов обработки импульсным электрическим полем для различных сельскохозяйственных культур. Представлена технологическая схема работы установки для предпосековой обработки семян.*

Среди методов предпосевной стимуляции семян электрофизические способы воздействия занимают особое место. Электрофизические способы предпосевной стимуляции семян разделяются на следующие [1-8]:

- 1) обработку семян постоянным электрическим током;
- 2) обработку семян в поле коронного разряда;
- 3) обработку семян электромагнитными полями низких, средних и высоких частот;
- 4) обработку семян электромагнитной энергией инфракрасного и ультрафиолетового спектров;
- 5) обработку семян электромагнитными полями сверхвысокой частоты.

Из всех перечисленных электрофизических способов предпосевной стимуляции семян, наибольшие перспективы в производственном плане имеет способ обработки семян импульсным электрическим полем.

Предлагается применить установку в лабораторных условиях для предпосевной обработки семян импульсным электрическим полем (рис. 1), которая состоит из загрузочного бункера 1, транспортерной ленты 2, рабочей камеры 3, в которой расположены металлические электроды 4, преобразователя напряжения 5 и электродвигателя 6 для привода транспортерной ленты.

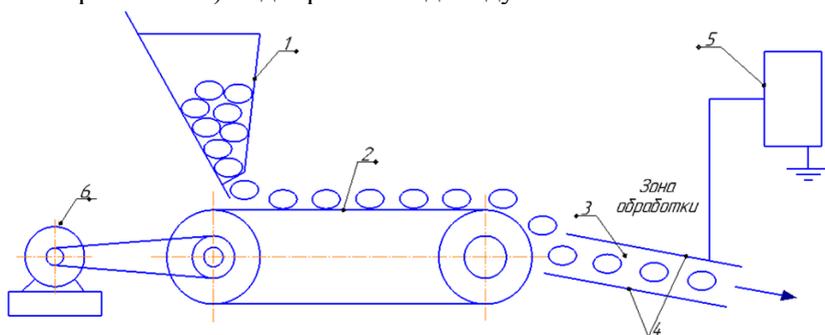
Электроды в рабочей камере расположены на одинаковом расстоянии и параллельно друг другу. Боковые стенки рабочей камеры выполнены из диэлектрического материала. Рабочая

камера оснащена запираемой крышкой с блокировочными контактами, которые обеспечивают снятие высокого напряжения при несанкционированном доступе в рабочую камеру.

Установка работает следующим образом.

Семена из бункера по транспортной ленте поступают в рабочую камеру, проходя между электродами. При подаче напряжения от источника между пластинами-электродами 4 внутри рабочей камеры 3 создается импульсное электрическое поле низкой частоты и высокой напряженности, воздействующее на семена, размещенные в пространстве между электродами. Импульсное электрическое поле регулируется по амплитуде, частоте и длительности импульсов.

Таким образом, обеспечивается режим импульсного воздействия на семена. Режим обработки семян для каждой культуры, сорта, а также в зависимости от цели обработки (стимуляция или обеззараживание) подбирается индивидуально.



*Рис. 1. Технологическая схема работы установки для предпосевной обработки семян*

Применение установки позволит проводить экспериментальные исследования по выявлению оптимальных режимов обработки импульсным электрическим полем для различных с.-х. культур, сортов, в зависимости от цели обработки (стимулирование или обеззараживание), а также решать следующие задачи:

- обработка семян импульсным электрическим полем с целью стимулирования и обеззараживания семян;
- повышение качества семенного материала;
- повышение посевных показателей;

– увеличение урожайности высеваемой культуры по сравнению с традиционной технологией.

Установка имеет размеры рабочей камеры 200×150×100 мм (объем разовой загрузки 0,003 м<sup>3</sup>), и разработана для применения в лабораторных условиях.

Установка обеспечивает следующие параметры:

- время обработки – от 1 до 60 с;
- длительность импульса – от 5 до 30 мкс;
- напряжение – от 0 до 1000 В;
- частота следования импульсов – от 0 до 1600 Гц;
- зазор – от 0,004 м до 0,05 м.

#### Библиографический список

1. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для воздействия на сельскохозяйственные объекты : монография / С. С. Нугманов, С. И. Васильев, Т. С. Гриднева [и др.]. – Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. – 150 с.

2. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для контроля и воздействия на сельскохозяйственные объекты : отчет о НИР (заключ.) ; рук. Нугманов С. С. ; исполн.: Васильев С. И. [и др.]. – Кинель, 2018. – 160 с. – № ГР 01201376403. – Инв. № АААА-Б18-218122890038-4.

3. Электрофизическая предпосевная обработка семян как способ интенсификации процессов в растениеводческой отрасли сельского хозяйства : монография / С. И. Васильев, И. В. Юдаев, С. В. Машков [и др.]. – Кинель : РИО ФГБОУ ВО Самарского ГАУ, 2020. – 239 с.

4. Корко, В. С. Электрофизические методы стимуляции растительных объектов / В. С. Корко, Е. А. Городецкая. – Минск : БГАТУ, 2013. – 232 с.

5. Пат. 187044 Российская Федерация. Установка для предпосевной стимуляции семян / Сыркин В. А., Котов Д. Н., Киселев Р. В. [и др.]. – № 2018132766 ; заявл. 14.09.18 ; опубл. 14.02.19.

6. Рязанов, А. В. Применение электрофизических способов для повышения эффективности выращивания сельскохозяйственных культур / А. В. Рязанов, Т. С. Гриднева, С. С. Нугманов // Инновационные достижения науки и техники АПК : сб. науч. тр. – Кинель : РИО СГСХА, 2018. – С. 379-381.

7. Тибирьков, А. П. Электрофизическая обработка семян – новый агроприем при возделывании ярового ячменя на Юге России / А. П. Тибирьков, И. В. Юдаев // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-22. – С. 4930-4933.

8. Vasilev, S. I. Results of studies of plant stimulation in a magnetic field / S. I. Vasilev, S. V. Mashkov, V. A. Syrkin [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Т. 9, № 4. – P. 706-710.

УДК 631.362

## **РАЗРАБОТКА СХЕМЫ УСТАНОВКИ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ СЕМЯН С ВИБРАЦИОННЫМ ДОЗАТОРОМ**

Смолев Кирилл Сергеевич, студент 4 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Булатов Радик Тагирович, студент 2 курса инженерного факультета ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Руководитель: Сыркин Владимир Анатольевич, ст. преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: smolev19998@yandex.ru

**Ключевые слова:** семена, дозирование, стимуляция, магнитное поле.

*Разработана конструкция установки магнитной стимуляции семян, включающей раму, бункер, блок стимуляции и блок вибрационного дозирования.*

Одним из важных посевных качеств семян сельскохозяйственных культур является всхожесть. У различных культур всхожесть сильно отличается и зависит от разных факторов в том числе и времени хранения. Для повышения всхожести используют различные способы, такие как физические, химические и электрофизические. К электрофизическим способам повышения всхожести семян относят стимуляцию в электрическом и магнитном полях, озонирование, ультрафиолетовое облучение и т.п. [1, 2, 4, 7].

Цель научной работы – повышение эффективности всхожести семян, за счет стимуляции магнитным полем.

Для выполнения данной цели необходимо выполнить следующие задачи: разработать и обосновать схему устройства для стимуляции семян магнитным полем с вибрационным дозатором.

На основании полученного анализа способов для предпосевной обработки семян, был выбран способ магнитной стимуляции [6, 7, 9]. Была разработана лабораторная установка магнитной стимуляции семян [3]. В качестве устройства подачи семян был выбран вибрационный дозатор [4, 5].

Установка для стимуляции семян состоит из рамы (рис. 1), бункера 4, пульта управления 7, блока магнитной стимуляции 6, электромагнитный вибрационный дозатор 16 с установленным под ним ящиком 5.

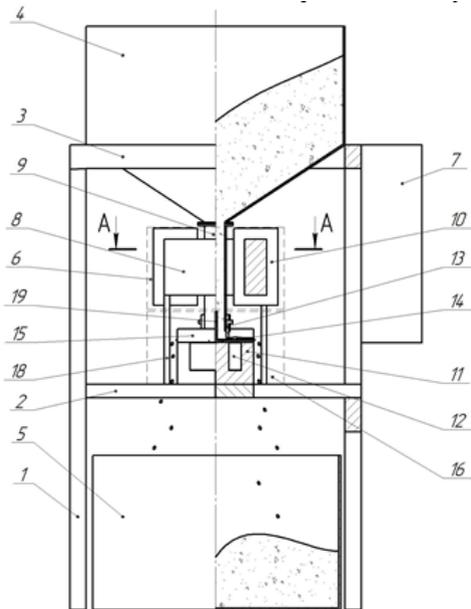


Рис. 1. Схема установки магнитной стимуляции семян:

- 1 – стойка; 2 – нижняя полка; 3 – верхняя полка; 4 – бункер; 5 – ящик;  
 6 – блок магнитной обработки семян; 7 – блок управления; 8, 11 – сердечник;  
 9 – патрубок; 10, 12 – катушки индуктивности; 13 – заслонка; 14 – вибрационная  
 пластина; 15 – борт; 16 – электромагнитный вибрационный дозатор; 18 – опора;  
 19 – распределительная стойка

Вибрационный дозатор 16 представляет из себя электромагнит, состоящий из ш-образного сердечника 11 и катушки индуктивности 12. Над электромагнитом с определенным зазором установлены вибрационные пластины 14.

Установка для стимуляции семян работает следующим образом. Семена засыпают в бункер 4, откуда поступают в патрубок 9. Далее включают блок магнитной стимуляции 6. Магнитный поток, подается по магнитопроводу, где, проходя через воздушный зазор 17, патрубок 9 и семена, находящиеся в нем, начинают воздействовать импульсным магнитным потоком. Далее включают электромагнитный вибрационный дозатор 16, в результате чего пластины 14 будут притягиваться к сердечнику 17 с частотой, равной частоте магнитного поля электромагнита, побуждая семена, расположенные на вибрационной пластине 14 перемещаться от ее центра к краю и ссыпаться в ящик 5.

Дозирование подачи семян через электромагнитный вибрационный дозатор будет осуществляться при помощи регулировочной заслонки и частоту магнитного поля регулируемого на пульте управления. Частота магнитного поля блока магнитной стимуляции регулируется отдельно, независимо от электромагнитного вибрационного дозатора.

Таким образом, использование установки позволит стимулировать семена в малых объемах.

#### Библиографический список

1. Васильев, С. И. Комплекс энергосберегающих элементов технологии выращивания овощных культур в контролируемых условиях / С. И. Васильев, С. В. Машков, В. А. Сыркин // Вестник аграрной науки дона. – 2020. – № 4(52). – С.10-19.
2. Васильев, С. И. Разработка интенсивной технологии и технического средства (биомодуля) для производства органической овощной продукции / С. И. Васильев, С. В. Машков, В. А. Сыркин, Т. С. Гриднева // Инновационные достижения науки и техники АПК : сб. науч. тр. Международной науч.-практ. конф. – Самара : РИО СГСХА, 2018. – С. 576-579.
3. Пат. 187044 Российская Федерация. Установка для предпосевной стимуляции семян / Сыркин В. А., Котов Д. Н., Киселев Р. В. [и др.]. – № 2018132766 ; заявл. 14.09.18 ; опубл. 14.02.19, Бюл. №5. – 6 с. : ил.
4. Пат. 2473200 Российская Федерация. Высевающий аппарат / Петров А. М., Сыркин В. А., Васильев С. А. [и др.]. – № 2011122286/13 ; заявл. 01.06.11 ; опубл. 27.01.13, Бюл. №3. – 7 с. : ил.
5. Петров, А. М. Анализ процесса дозирования семян катушечноштифтовым высевающим аппаратом / А. М. Петров, В. А. Сыркин // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России : сб. науч. тр. Всероссийской науч.-практ. конф. молодых ученых. – Самара : РИО СГСХА, 2018. – С. 170-173.

6. Тибирьков, А. П. Электрофизическая обработка семян – новый агроприем при возделывании ярового ячменя на Юге России / А. П. Тибирьков, И. В. Юдаев // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 2-22. – С. 4930-4933.

7. Сыркин, В. А. Стимулирование семян чечевицы импульсным магнитным полем / В. А. Сыркин, Т. С. Гриднева, П. В. Крючин [и др.] // *Вестник аграрной науки Дона*. – 2018. – Т. 2, №42. – С. 53-58.

8. Сыркин, В. А. Исследование воздействия импульсного магнитного поля на семена пшеницы / В. А. Сыркин, Р. В. Киселев, С. С. Зотов // *Вклад молодых ученых в аграрную науку : мат. Международной науч.-практ. конф.* – Самара : РИО СГСХА, 2018. – С. 263-267.

9. Сыркин, В. А. Исследование воздействия магнитного поля на семена проса / В. А. Сыркин, Т. С. Гриднева, С. И. Васильев, С. Н. Тарасов // *Инновационные достижения науки и техники АПК : сб. науч. тр. Международной науч.-практ. конф.* – Самара : РИО СГСХА, 2018. – С. 673-676.

10. Сыркин, В. А. Устройство стимуляции семян импульсным магнитным полем / В. А. Сыркин, Т. С. Гриднева, П. А. Ишкин, М. Р. Фатхутдинов // *Сельский механизатор*. – 2019. – №6. – С. 28-29.

УДК 631.362

## **РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ СЕМЯН ДЛЯ ЛИЧНЫХ ПОДСОБНЫХ ХОЗЯЙСТВ**

Смолев Кирилл Сергеевич, студент 4 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Булатов Радик Тагирович, студент 2 курса инженерного факультета ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Руководитель: Сыркин Владимир Анатольевич, ст. преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: smolev19998@yandex.ru.

**Ключевые слова:** семена, всхожесть, стимуляция, магнитное поле.

*Разработана конструкция установки магнитной стимуляции семян. Приведены результаты исследований влияния магнитного поля на всхожесть семян томатов. Анализ исследований показал, что всхожесть обрабатываемых семян томатов составила 98% по сравнению с необработанными семенами, всхожесть которых составила 84%.*

Качественный посевной материал является залогом получения хорошего урожая. Одним из важных требований предъявляемых к семенам является их всхожесть. Всхожесть зависит от культуры растений, а также от времени и качества хранения семян. В результате чтобы обеспечить получение необходимого количества растений, необходимо увеличивать количество семян, что ведет к дополнительным затратам. Существует множество установок по стимуляции семян, но все они предназначены для больших объемов производства и в качестве использования в домашних условиях не удобны и очень дороги. Поэтому разработка установки малой производительности, для стимуляции семян, для личных подсобных хозяйств является актуальной [1, 2, 4].

Цель научной работы является повышение эффективности всхожести семян, за счет стимуляции магнитным полем.

Для выполнения данной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- разработать и обосновать схему устройства для стимуляции семян магнитным полем;
- провести исследования по воздействию импульсного магнитного поля на всхожесть семян сельскохозяйственных культур.

Для проведения экспериментальных исследований разработана лабораторная установка магнитной стимуляции семян (рис. 1) [3].

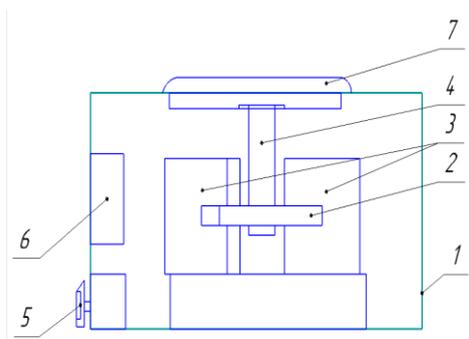


Рис. 1. Схема установки магнитной стимуляции семян:  
1 – корпус; 2 – сердечник; 3 – катушка; 4 – пробирка для семян;  
5 – регулятор частоты; 6 – блок питания; 7 – крышка

Установка состоит из корпуса 1, в котором установлен электромагнит, состоящий из сердечника 2 и двух катушек индуктивности 4. Сердечник выполнен Ф-образной формы, с воздушным

промежутком в центральной части. В верхней части выполнено квадратное отверстие, в которое устанавливается пробирка 4 с семенами. При этом нижняя часть пробирки 4 попадает помещается в воздушный промежуток сердечника 2. Сверху отверстие закрывается крышкой 6. Для питания электромагнита в приборе предусмотрен блок питания 6 и регулятор частоты 5.

Установка работает следующим образом. Семена засыпают в пробирку 4 до определенного уровня и помещают в установку. Далее включают установку и настраивают частоту магнитного поля. Далее семена стимулируются определенное время в зависимости от культуры растения.

Таким образом, за счет равномерного потока магнитного поля, интенсивность стимуляции семян увеличивается. За счет этого получается равномерная всхожесть семян, что ведет к увеличению урожайности растений.

В экспериментах рассматривался фактор: время стимуляции семян магнитным полем перед посевом, которое составило 1; 2,5 и 5 мин [6, 8, 9].

Частота магнитного поля составила 50 Гц.

Исследования были проведены на семенах томатов.

В процессе проведения исследований семена обрабатывались в магнитном поле. Так же часть семян, используемая как контроль не обрабатывалась.

Семена проращивались на влажной салфетке, так же для определения всхожести в грунте в специальных ящиках [4, 7].

Результаты исследований показали, что всхожесть семян томатов, которые были обработаны в магнитном поле получилась выше чем на контроле. Наибольшая всхожесть была у семян, простимулированных в магнитном поле составила 96%, а на контроле получилось 84% (рис. 2).

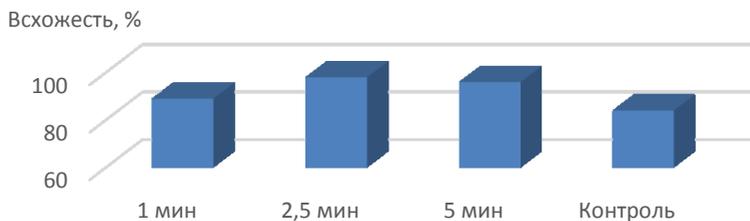


Рис. 2. Всхожесть семян томатов

Так же нами было замечено, что замоченные простимулированные семена в магнитном поле увеличивают всхожесть более чем на 10%. Таким образом, для получения наилучшего результата, семена необходимо замачивать перед стимуляцией или непосредственно перед посевом.

#### Библиографический список

1. Васильев, С. И. Комплекс энергосберегающих элементов технологии выращивания овощных культур в контролируемых условиях / С. И. Васильев, С. В. Машков, В. А. Сыркин // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – № 4(52). – С. 10-19.
2. Васильев, С. И. Разработка интенсивной технологии и технического средства (биомодуля) для производства органической овощной продукции / С. И. Васильев, С. В. Машков, В. А. Сыркин, Т. С. Гриднева // Инновационные достижения науки и техники АПК : сб. науч. тр. Международной науч.-практ. конф. – Самара : РИО СГСХА, 2018. – С. 576-579.
3. Пат. 187044 Российская Федерация. Установка для предпосевной стимуляции семян / Сыркин В. А., Котов Д. Н., Киселев Р. В. [и др.]. – № 2018132766 ; заявл. 14.09.18 ; опубл. 14.02.19, Бюл. №5. – 6 с. : ил.
4. Сыркин, В. А. Исследование стимулирования семян в импульсном магнитном поле // Инновационные достижения науки и техники АПК. – Самара : РИО СГСХА, 2018. – С. 346-349.
5. Сыркин, В. А. Разработка устройств комплексной стимуляции семян и растений магнитным полем / В. А. Сыркин, Д. А. Яковлев, Д. Х. Сабиров // Вклад молодых ученых в аграрную науку : мат. Международной науч.-практ. конф. – Кинель, 2017. – С. 202-204.
6. Сыркин, В. А. Стимулирование семян чечевицы импульсным магнитным полем / В. А. Сыркин, Т. С. Гриднева, П. В. Крючин [и др.] // Вестник аграрной науки Дона. – 2018. – Т.2, №42. – С. 53-58.
7. Сыркин, В. А. Исследование воздействия импульсного магнитного поля на семена пшеницы / В. А. Сыркин, Р. В. Киселев, С. С. Зотов // Вклад молодых ученых в аграрную науку : мат. Международной науч.-практ. конф. – Самара : РИО СГСХА, 2018. – С. 263-267.
8. Сыркин, В. А. Исследование воздействия магнитного поля на семена проса / В. А. Сыркин, Т. С. Гриднева, С. И. Васильев, С. Н. Тарасов // Инновационные достижения науки и техники АПК : сб. науч. тр. Международной науч.-практ. конф. – Самара : РИО СГСХА, 2018. – С. 673-676.
9. Сыркин, В. А. Устройство стимуляции семян импульсным магнитным полем / В. А. Сыркин, Т. С. Гриднева, П. А. Ишкин, М. Р. Фатхутдинов // Сельский механизатор. – 2019. – № 6. – С. 28-29.

## ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ СТИМУЛЯЦИИ СЕМЯН МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ В УСТАНОВКЕ С ВИБРАЦИОННЫМ ДОЗАТОРОМ

Тесленко Светлана Владимировна, студентка 3 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Булатов Радик Тагирович, студент 2 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Руководитель: Сыркин Владимир Анатольевич, ст. преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: radikbulatov01@mail.ru.

**Ключевые слова:** семена, дозирование, стимуляция, магнитное поле.

*Разработана конструкция установки магнитной стимуляции семян, включающей раму, бункер, блок стимуляции и блок вибрационного дозирования.*

Одним из важных посевных качеств семян сельскохозяйственных культур является всхожесть. У различных культур всхожесть сильно отличается и зависит от разных факторов в том числе и времени хранения. Для повышения всхожести используют различные способы, такие как физические, химические и электрофизические. К электрофизическим способам повышения всхожести семян относят стимуляцию в электрическом и магнитном полях, озонирование, ультрафиолетовое облучение и т.п. [1, 4, 5].

Цель научной работы – повышение эффективности всхожести семян, за счет стимуляции магнитным полем.

Для выполнения данной цели необходимо решить следующие задачи: разработать и обосновать схему устройства для стимуляции семян магнитным полем с вибрационным дозатором.

Для проведения экспериментальных исследований была разработана лабораторная установка магнитной стимуляции семян [2, 3, 8]. Общий вид установки представлен на рисунке 1.



*Рис. 1. Общий вид лабораторной установки магнитной стимуляции семян*

Для определения влияния воздействия магнитного поля на всхожесть семян были проведены лабораторные исследования. Объектом исследования были выбраны такие культуры, как яровая пшеница и амарант.

Исследуемыми факторами эксперимента являлись частота импульсного магнитного поля и продолжительность процесса стимуляции. Первый фактор – частота магнитного поля. Были приняты значения частоты импульсов магнитного поля в диапазоне от 10 до 160 Гц, градация факторов составила 10, 30, 50, 70, 90, 110, 130 и 150 Гц. Второй фактор – продолжительность процесса. Фактор характеризует время дозирования семян, которые прошли через дозирующее устройство. Время дозирования составило 1 мин (табл. 1).

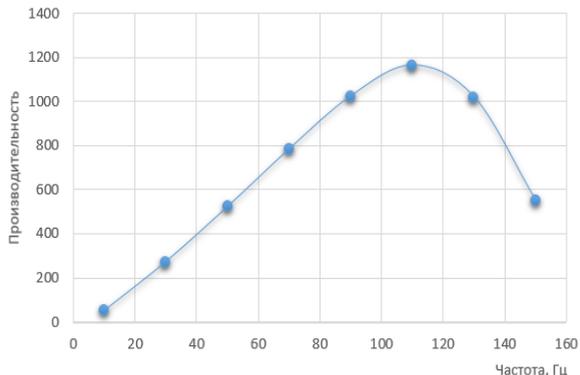
Таблица 1

*Результаты лабораторных исследований влияния частоты магнитного поля на подачу вибрационного дозатора*

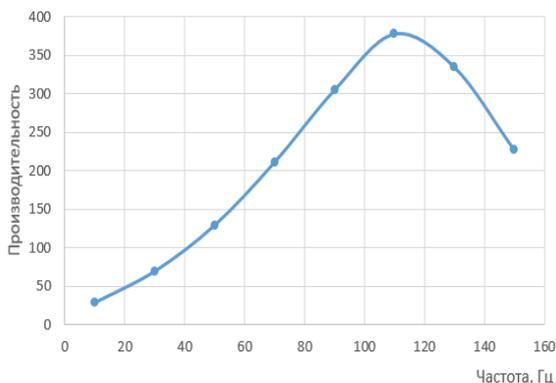
Частота, Гц	Яровая пшеница	Амарант
	Подача, кг/ч	
10	3,1	1,7
30	16,3	4,1
50	31,1	7,7
70	47,8	12,7
90	61,7	18,3
110	70,1	22,7
130	61,5	20,1
150	33,2	13,6

Для определения влияния частоты на подачу дозирующего устройства были также проведены исследования. Объектами исследования стали семена пшеницы яровой и амаранта.

По полученным результатам составлены зависимости по воздействию частоты на подачу семян дозирующего устройства, приведенные на рисунке 2 а, б.



а)



б)

Рис. 2. Зависимости по воздействию частоты на подачу семян дозирующего устройства: а) яровой пшеницы; б) амаранта

При анализе результатов эксперимента были выявлены следующие данные. Что при увеличении частоты в диапазоне с 10 до 110 Гц, увеличивается подача обрабатываемых семян, а с 130 до

150 Гц, было зафиксировано уменьшение производительности. Это связано со снижением интенсивности вибрационного действия, т.е. притягиванием пластин из электротехнической стали к электромагниту. На рисунке 2 представлены графики изменения подача семян. Подача семян пшеницы изменяется в диапазоне от 10 до 1180 г/мин. Подача семян амаранта изменяется от 30 до 380 г/мин. Максимальная подача пшеницы и амаранта наблюдалась при 110 Гц. Далее наблюдается спад подачи связанный с притягиванием пластин к электромагниту.

Результаты исследований стимуляции магнитным полем семян яровой пшеницы и амаранта При анализе результатов эксперимента выявлено, что магнитное поле, которое оказывало воздействие на семена в течение одной минуты, дало положительный эффект. Максимальные показатели всхожести были с воздействием частотой 40 Гц, где процент проросших семян яровой пшеницы превысил контроль на 14% (рис. 3) [7].

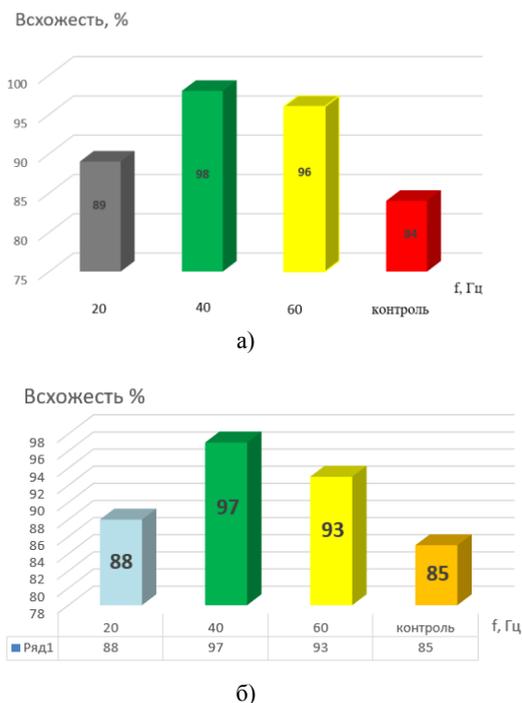


Рис. 3. Результаты исследования магнитной стимуляции на семена: а) яровой пшеницы; б) амаранта

При анализе результатов эксперимента выявлено, что магнитное поле, которое оказывало воздействие на семена в течение одной минуты, дало положительный эффект. Максимальные показатели всхожести были с воздействием частотой 40 Гц, где процент проросших семян амаранта превысил контроль на 12% (рис. 3).

Таким образом, использование установки позволит обрабатывать семена пшеницы до 70 кг/ч, а семена амаранта – до 23 кг/ч.

#### Библиографический список

1. Васильев, С. И. Комплекс энергосберегающих элементов технологии выращивания овощных культур в контролируемых условиях / С. И. Васильев, С. В. Машков, В. А. Сыркин // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – № 4(52). – С.10-19.
2. Пат. 187044 Российская Федерация. Установка для предпосевной стимуляции семян / Сыркин В. А., Котов Д. Н., Киселев Р. В. [и др.]. – № 2018132766 ; заявл. 14.09.18 ; опубл. 14.02.19, Бюл. №5. – 6 с. : ил.
3. Пат. 2473200 Российская Федерация. Высевающий аппарат / Петров А. М., Сыркин В. А., Васильев С. А. [и др.]. – № 2011122286/13 ; заявл. 01.06.11 ; опубл. 27.01.13, Бюл. №3. – 7 с. : ил.
4. Петров, А. М. Анализ процесса дозирования семян катушечно-штифтовым высевающим аппаратом / А. М. Петров, В. А. Сыркин // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России : сб. тр. Всероссийской науч.-практ. конф. молодых ученых. – Самара : РИО СГСХА РИО, 2018. – С. 170-173.
5. Сыркин, В. А. Разработка устройств комплексной стимуляции семян и растений магнитным полем / В. А. Сыркин, Д. А. Яковлев, Д. Х. Сабилов // Вклад молодых ученых в аграрную науку : мат. Международной науч.-практ. конф. – Кинель, 2017. – С. 202-204.
6. Сыркин, В. А. Стимулирование семян чечевицы импульсным магнитным полем / В. А. Сыркин, Т. С. Гриднева, П. В. Крючин [и др.] // Вестник аграрной науки Дона. – 2018. – Т. 2, №42. – С. 53-58.
7. Сыркин, В. А. Исследование воздействия импульсного магнитного поля на семена пшеницы / В. А. Сыркин, Р. В. Киселев, С. С. Зотов // Вклад молодых ученых в аграрную науку : мат. Международной науч.-практ. конф. – Самара : РИО СГСХА, 2018. – С. 263-267.
8. Сыркин, В. А. Исследование воздействия магнитного поля на семена проса / В. А. Сыркин, Т. С. Гриднева, С. И. Васильев, С. Н. Тарасов // Инновационные достижения науки и техники АПК : сб. науч. тр. Международной науч.-практ. конф. – Самара : РИО СГСХА, 2018. – С. 673-676.
9. Сыркин, В. А. Устройство стимуляции семян импульсным магнитным полем / В. А. Сыркин, Т. С. Гриднева, П. А. Ишкин, М. Р. Фатхутдинов // Сельский механизатор. – 2019. – № 6. – С. 28-29.

10. Vasilev, S. I. Results of studies of plant stimulation in a magnetic field / S. I. Vasilev, S. V. Mashkov, V. A. Syrkin [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Т. 9, № 4. – P. 706-710.

УДК 621.31

## **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ПО НАПРЯЖЕНИЮ**

Калимуллин Ринат Рамилевич, магистрант инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Ткаченко Алексей Валерьевич, магистрант инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Руководитель: Гриднева Татьяна Сергеевна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская обл., г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: t-grid@mail.ru

**Ключевые слова:** электроснабжение, качество электроэнергии, несимметрия, стабилизация напряжения.

*Приведен анализ путей повышения качества электроэнергии по показателям отклонения и несимметрии напряжения.*

Качество работы электроприемников напрямую зависит от качества электроэнергии [1-4].

Изменения характеристик напряжения электропитания в точке передачи электрической энергии делятся на две категории – продолжительные изменения характеристик напряжения и случайные (кратковременные) [1, 8].

К продолжительным изменениям характеристик напряжения относятся: медленные изменения напряжения, колебания напряжения и фликер, несинусоидальность напряжения, несимметрия напряжений в трехфазных системах.

К случайным событиям относятся следующие показатели: прерывания напряжения, провалы напряжения и перенапряжения, импульсные напряжения.

Медленными изменениями напряжения считают изменения продолжительностью более 1 мин, и обычно они обусловлены изменениями нагрузки электрической сети.

Показателями качества электроэнергии, относящимися к медленным изменениям напряжения электропитания, являются отрицательное  $U(-)$  и положительное  $U(+)$  отклонения напряжения электропитания в точке передачи электрической энергии от номинального значения, % [1].

Одним из немаловажных показателей качества является отклонение напряжения и несимметрия напряжений, характеризующаяся коэффициентом несимметрии по нулевой последовательности и коэффициентом несимметрии по обратной последовательности [1, 2]. Несимметрия токов и напряжений – явление в многофазной (например, трехфазной) сети переменного тока, при котором амплитуды фазных напряжений (токов) и/или углы между ними не равны между собой.

Причины несимметрии напряжений могут быть разными, но основная из них – это несимметрия токов в сети, обусловленная неравенством нагрузки по фазам [2].

Для поддержания требуемых уровней напряжения у потребителей в системе сельского электроснабжения используют специальные устройства для регулирования напряжения (сетевые регуляторы, конденсаторы, включаемые последовательно и параллельно в сеть, пункты автоматического регулирования напряжения).

Для уменьшения влияния несимметрии нагрузок на качество напряжения необходимо обеспечивать по возможности симметричное распределение однофазных приемников по фазам, а также включение более мощных из этих приемников на линейное напряжение. С этой же целью целесообразно вместо распространенных трансформаторов 10/0,4 кВ со схемой соединения обмоток «звезда-звезда-нуль» устанавливать трансформаторы со схемой «звезда-зигзаг-нуль».

Одним из направлений также является разработка и использование специальных симметрирующих устройств [5].

#### Библиографический список

1. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии

в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 2014–07–01. – М. : Стандартиформ, 2014. – 16 с.

2. Гриднева, Т. С. Энергосбережение в электроснабжении АПК : практикум / Т. С. Гриднева, С. С. Нугманов. – Самара : РИЦ СГСХА, 2018. – 137 с.

3. Васильев, С. И. Оценка влияния энергоэффективных источников света на качество электроэнергии в электрических сетях и системах электроснабжения / С. И. Васильев, Т. С. Гриднева // Инновационные достижения науки и техники АПК : сб. науч. тр. – Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. – С. 369-372.

4. Gridneva, T. S. Studying the effect of electrohydraulically treated soil solutions on plant growth and development / T. S. Gridneva, S. V. Mashkov, V. A. Syrkin, S. I. Vasilyev // Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources : International Scientific-Practical Conference. – 2020. – P. 62.

5. Егоров, М. Ю. Повышение качества электрической энергии в сельских сетях 0,38 кВ путем разработки устройства симметрирования и стабилизации напряжений : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.02 / Егоров Максим Юрьевич. – Великие Луки, 2018. – 195 с.

6. Гриднева, Т. С. Возможность энергосбережения при использовании бытовых электроприемников / Т. С. Гриднева, С. С. Нугманов, В. А. Сыркин // Инновационные достижения науки и техники АПК : сб. науч. тр. – Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. – С. 375-378.

7. Васильев, С. И. Оценка влияния энергоэффективных источников света на качество электроэнергии в электрических сетях и системах электроснабжения / С. И. Васильев, Т. С. Гриднева // Инновационные достижения науки и техники АПК : сб. науч. тр. – Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. – С. 369-372.

8. Опыт эксплуатации крышной солнечной электростанции в г. Камышин Волгоградской области / А. Т. Беленов, С. А. Ракитов, В. В. Харченко [и др.] // Гелиотехника. – 2016. – № 2. – С. 37-41.

УДК 631.362

## **АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ СТИМУЛЯЦИИ РАСТЕНИЙ**

Сералиева Эльвира Талгатовна, магистрант инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Казанцев Максим Юрьевич, магистрант инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Руководитель: Гриднева Татьяна Сергеевна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская обл., г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: t-grid@mail.ru

**Ключевые слова:** предпосевная обработка, прививка, электрическая стимуляция, электрофизический метод.

*Приведен анализ существующих методов и результаты патентного поиска по устройствам для стимуляции прививок и черенков сельскохозяйственных культур.*

Все плодовые растения размножаются семенами, а также вегетативным путем, т.е. частями растения (почками, корневой порослью, частями побегов – черенками). В практике садоводства большинство плодовых деревьев размножают прививкой на дикорастущих или на сеянцах, выращенных из семян культурных сортов. При этом хорошо передаются сортовые признаки, и растения раньше вступают в пору плодоношения [9, 10].

С целью улучшения срастания прививочных компонентов и стимулирования черенков растений применяются электрофизические методы [2, 3].

Для повышения выхода привитых саженцев был разработан способ обработки прививки с помощью воздействия лазерным облучением. На срезы прививочных компонентов – подвоя и привоя воздействуют лазерным облучением.

Также воздействуют постоянным электрическим током на укорененном растении плодовых культур. После электрической стимуляции 60% прививок имели успешное срастание. Для предпосадочной электростимуляции черенков винограда предложено подводить электрическую энергию к срезам черенков через токоподводящую жидкость. Такая обработка черенков винограда улучшает корнеобразование черенков, что способствует более высокому выходу стандартных саженцев, позволяет повысить выход стандартных саженцев на 12% [4, 7, 8].

Известны патенты по способам и устройствам для стимуляции растений [2, 5, 6].

Устройство электростимуляции жизнедеятельности растений (патент RU 2717035) – в нем имеются электроды, внесенные в

почву, размещенные на определенной глубине, и электроды образуют электрическую цепь через почву. При включении источника постоянного тока, между электродами создается замкнутое электрическое поле, обеспечивающее электростимуляцию роста растений.

В устройстве магнитной стимуляции растений (патент RU 2699720) для стимулирования растений используется катушка индуктивности, создающая магнитное поле, действующее на емкости с грунтом с семенами или растениями. Устройство электростимуляций жизнедеятельности растений (патент RU 2555449) используется при электростимуляции растений, выращиваемых в пробирках. Через электропроводящую пробирку и питательный раствор осуществляется подача тока к растением. В патенте RU 2561932 «Способ электрического стимулирования приживаемости прививок растений», описано воздействие постоянным электрическим током плотностью 0,25-1,0 мкА/мм<sup>2</sup> при напряжении 1,5-3 В в течение нескольких суток непосредственно на укорененном растении.

Таким образом, вопрос применения электрофизического воздействия на растения достаточно актуален.

#### Библиографический список

1. Петрухин, В. А. Электрическая стимуляция приживаемости и роста привоев древесных растений : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.02 / Петрухин Владимир Александрович. – М., 2016. – 160 с.
2. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для воздействия на сельскохозяйственные объекты : монография / С. С. Нугманов, С. И. Васильев, Т. С. Гриднева [и др.]. – Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. – 150 с.
3. Электрофизическая предпосевная обработка семян как способ интенсификации процессов в растениеводческой отрасли сельского хозяйства : монография / С. И. Васильев, И. В. Юдаев, С. В. Машков [и др.]. – Кинель : РИО ФГБОУ ВО Самарского ГАУ, 2020. – 239 с.
4. Соколов, А. В. Анализ и история развития электрических стимуляций растений // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 3 (28). – С. 87-93.
5. Пат. 2699720 Российская Федерация. Устройство магнитной стимуляции растений / Сыркин В. А., Васильев С. И., Крючин П. В. [и др.]. – № 2018132780 ; заявл. 14.09.18 ; опубл. 09.09.19, Бюл. № 25.

6. Сыркин, В. А. Устройство стимуляции семян импульсным магнитным полем / В. А. Сыркин, Т. С. Гриднева, П. А. Ишкин, М. Р. Фатхутдинов // Сельский механизатор. – 2019. – № 6. – С. 28-29.

7. Пат. 187044 Российская федерация. Установка для предпосевной стимуляции семян / Сыркин В. А., Котов Д. Н., Киселев Р. В. [и др.]. – № 2018132766 ; заявл. 14.09.18 ; опубл. 14.02.19, Бюл. № 5.

8. Юдаев, И. В. Электроимпульсный пропольщик: обоснование проектного конструкторского решения. – Волгоград : Волгоградский государственный аграрный университет, 2012. – 224 с.

9. Юдаев, И. В. Исследования процесса электроимпульсного уничтожения сорняков // Аграрная наука. – 2004. – № 6. – С. 21-22.

10. Vasilev, S. I. Results of studies of plant stimulation in a magnetic field / S. I. Vasilev, S. V. Mashkov, V. A. Syrkin [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Т. 9, № 4. – P. 706-710.

631.347

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗОПОРШНЕВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В СИСТЕМАХ МЕЛИОРАЦИИ**

Щеглов Алексей Юрьевич, студент 4 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Руководитель: Ишкин Павел Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 10.

E-mail: [infinitezeroone01@gmail.com](mailto:infinitezeroone01@gmail.com)

**Ключевые слова:** электрификация, газопоршневые электростанции, энергия, мелиорация.

*Представлены возможные способы применения блочных газопоршневых электростанций в системах мелиорации для сокращения денежных затрат.*

Сельское хозяйство на протяжении огромного промежутка времени помогает человечеству выживать, обеспечивает едой, сырьём для изготовления одежды и т.д. Но огромные урожаи постепенно ухудшают качество почвы, для борьбы с этим применяется множество средств, внесение удобрений, боронование и другие, одним из методов сохранения качества почвы и урожайности

является мелиорация. Мелиорация (лат. *melioratio* – улучшение) – комплекс организационно-хозяйственных и технических мероприятий по улучшению гидрологических, почвенных и агроклиматических условий с целью повышения эффективности использования земельных и водных ресурсов для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Мелиорация отличается от обычных агротехнических приёмов длительным и более интенсивным воздействием на объекты мелиорации. Мелиорация – работы, направленные на улучшение свойств земель, на повышение их производительности.

Наиболее масштабными видами мелиорации являются орошение и осушение земель. Орошение применяют для районов с недостаточным количеством влаги в почве и для культур растений с повышенной потребностью к воде. А осушение в частности для заболоченных местностей, зачастую к таким местам невозможно или нерентабельно подводить постоянную электросеть, для таких участков отлично подходят газопоршневые электростанции ведь их легко поместить в контейнер который легко транспортировать, при этом он обладает защитой от внешних погодных условий, является компактным и вводится в эксплуатацию в кратчайшие сроки. Возможность получения так же и тепловой энергии для бытовых нужд и отопления через теплообменник является плюсом к дешевой электроэнергии. Газопоршневые электростанций являются отличным решением как для временных рабочих поселков, так и для постоянных строений и предприятий, таких как насосные станции. Применение газопоршневых электростанций актуально при удаленном размещении системы мелиорации с дальнейшим её расширением и большой удалённости от электрических сетей, позволяя проводить работы вне зависимости от внешних источников энергии с минимальными затратами так как использование газопоршневой установки в качестве основного источника получения энергии является экономически выгодным решением. Недорогой газ и высокий КПД снижают себестоимость энергии для предприятия. При коэффициенте загрузки электростанции 70% и стоимости газа 6800 руб./1000 м<sup>3</sup> средняя стоимость выработанной ГПУ энергии составит 2,7 руб./кВт ч. Что является экономичнее чем стандартный одноставочный тариф на электроэнергию 4,32 руб. за 1 кВтч.

Преимущества газопоршневых установок:

1) Газопоршневые электростанции имеют более высокий КПД по сравнению с газотурбинными.

2) Незначительное снижение КПД газопоршневых Мини ТЭЦ при снижении электрической нагрузки в диапазоне регулирования. При 50% нагрузке КПД газовой турбины снижается в 1,5 раза от КПД при номинальной нагрузке, в то время как КПД газопоршневого генератора в тех же условиях снижается лишь на 2,5-3%, что может быть полезно при функционировании предприятия лишь частично, с пониженной мощностью при ЧП или плановом отключении отдельных частей (отключение одного блока животноводческой фермы и т.д.).

3) Стабильность КПД газопоршневой установки при изменении параметров окружающей среды. Известно что, эффективность газотурбинного двигателя в большей степени зависит от температуры воздуха на всасывании компрессора. Если температура окружающего воздуха увеличивается, электрический КПД газотурбинного генератора значительно падает. Для газопоршневых установок эта зависимость носит менее критичный характер, что поможет развитию сельскохозяйственных предприятий в суровых климатических условиях

4) Меньшая (по сравнению с газотурбинными установками) чувствительность газопоршневых Мини ТЭЦ к частым пускам и остановам.

5) Простота обслуживания газопоршневых Мини ТЭЦ. Следует отметить, что техобслуживание и ремонт газопоршневых генераторов проводится по месту установки, в то время как ремонт газовых турбин производится, как правило, на заводе изготовителе.

Большинство марок газопоршневых станций (установок) может работать в режиме когенерации, то есть как теплоэлектростанции. Температура выхлопных газов на выходе из двигателя газопоршневой установки равна примерно  $390 \pm 30^\circ\text{C}$ . Такая температура на выходе станции позволяет отдавать достаточно высокие объемы бесплатной тепловой энергии.

Газовые двигатели могут использовать различные виды газа: природный, газы с низкой теплотворной способностью, невысоким содержанием метана и низкой степенью детонации или газы с высокой теплотворной способностью – факельный, пропан, бутан, также они приспособлены к перестройке для работы с одного вида

газа на другой. Кроме того, имеется возможность применения двухтопливных двигателей, работающих одновременно на жидком и газообразном видах что приводит нас к большому выбору топлива:

- пропан-бутановые смеси;
- природный газ (сжиженный, сжатый, магистральный);
- попутный нефтяной газ и пары больших дыханий резервуаров;
- промышленный газ (пиролизный, коксовый, шахтный, газ сточных вод и т. д.);
- биогаз, полученный путем переработки отходов.

Достоинством таких энергетических установок является короткий срок окупаемости, составляющий всего 2-3 года. Мини-ТЭЦ позволяет экономить более 40% энергии газообразного топлива по сравнению с отдельным производством электрической и тепловой энергии. Что положительно скажется на прибыли предприятий ведь чем меньше затрат, тем больше прибыль. Выработанная на мини-ТЭЦ электрическая и тепловая энергия может потребляться на месте, а также продаваться соседним потребителям или в сеть что позволит отбить часть затрат на топливо. При этом к.п.д. мини-ТЭЦ составляет около 90%, а поскольку потребители энергии находятся рядом с ней, то потери энергии при распределении оказываются меньше, чем у централизованных электро- и теплосетей. Это также снижает стоимость получаемой энергии.

#### Библиографический список

1. СНиП 11-7-81\* Строительство в сейсмических районах / Минстрой России. – М. : ГП ЦПП, 1995. – 52 с.
2. СНиП П-23-81\* Стальные конструкции / Госстрой России. – М. : ГУП ЦПП, 1998. – 96 с.
3. ГОСТ Р 58330.2-2018. Мелиорация. Виды мелиоративных мероприятий и работ. – М. : Стандартинформ, 2019.
4. Буянов, А. Б. Перспективы применения когенерационных газопоршневых электростанций / Д. Ю. Комаров, Д. Н. Черемных, Е. В. Ташлыкова, М. Г. Разепина // Газопоршневые установки как альтернативный способ генерации электроэнергии. Молодой ученый. – 2014. – №21. – С. 245-247.
5. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для контроля и воздействия на сельскохозяйственные объекты: отчет о НИР (заключ.) ; рук. Нугманов С. С. ; исполн.: Васильев С. И. [и др.]. – Кинель, 2018. – 160 с. – № ГР 01201376403.

## РАЗРАБОТКА ПАРОВОЙ ВОСКОТОПКИ С СВЧ ПАРОГЕНЕРАТОРОМ

Кудряков Евгений Владимирович, аспирант инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Руководитель: Киров Юрий Александрович, д-р техн. наук, профессор кафедры «Сельскохозяйственные машины и механизация животноводства», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 10.

E-mail: ssaа@ssaа.ru

**Ключевые слова:** воск, воскотопка, СВЧ, пар, пчеловодство.

*Разработана технологическая схема паровой СВЧ воскотопки для растапливания пчелиного воска. Растапливание воска осуществляется воздействием горячего водяного пара путем конвекции. Пар вырабатывается СВЧ парогенератором за счет нагрева воды микроволновым излучением сверхвысокой частоты.*

Пчеловодство в России распространено в 75 субъектах Федерации, численность пчелиных семей варьирует от 0,2 до 290 тыс. Анализ показал, что растет число муниципальных образований, насчитывающих до 40 тыс. пчелиных семей. Кроме того, наблюдается тенденция снижения муниципальных образований, допускающих сокращение числа пчелиных семей [3, 2].

Ежегодно в страну импортируется более 700 т. воска, что говорит о недостаточных объемах производства воска пасечными хозяйствами. Одной из причин низкого уровня производства воска является устаревшее и ресурсоемкое оборудование для вытопки воска.

Цель работы – повысить эффективность вытопки пчелиного воска путем разработки устройства с СВЧ парогенератором.

Задачи работы: провести анализ существующих устройств и способов вытапливания пчелиного воска; разработать технологическую схему СВЧ паровой воскотопки.

Проведенный анализ показал, что одним из наиболее эффективных способов растапливания пчелиного воска является

влажный конвекционный, выполняемый паровой электрифицированной воскотопкой (табл. 1) [1].

Использование данного способа позволит производить вытопку воска наиболее эффективно и с наименьшими трудозатратами [5, 6].

На инженерном факультете ФГБОУ ВО Самарский ГАУ была разработана технологическая схема паровой воскотопки с СВЧ парогенератором (рис. 1), принцип работы которой основан на использовании конвекционного воздействия на восковое сырье.

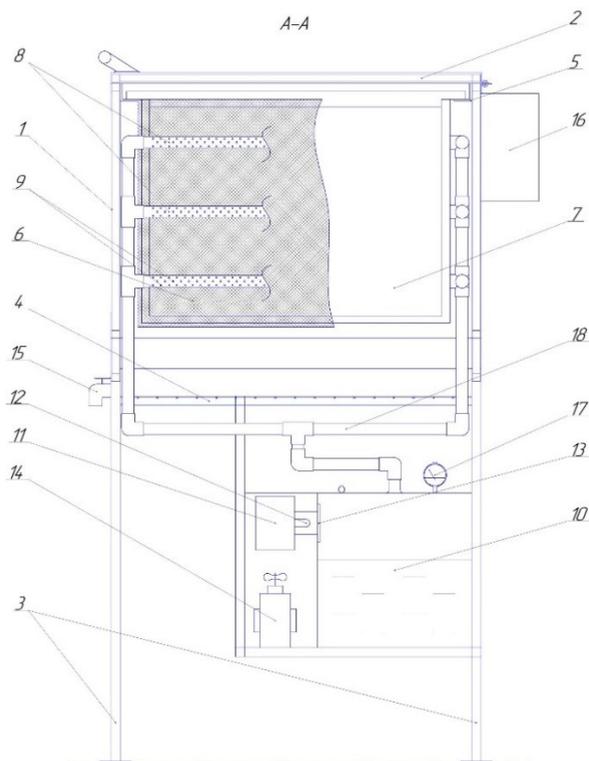
Таблица 1

*Классификация устройств для растапливания пчелиного воска*

Тип устройства	Классификация		
	метод растапливания	степень электрификации	способ теплопередачи
Солнечные	Сухой	Не электрифицированная	Тепловое излучение
Паровые	Сухой	Электрифицированная	Конвекция
	Влажный	Не электрифицированная	
Печные	Сухой	Не электрифицированная	Теплопроводность
Водяные	Сухой	Электрифицированная	Теплопроводность
		Не электрифицированная	
Электрические	Сухой	Электрифицированная	Теплопроводность
			Тепловое излучение
			Конвекция

Воскотопка с СВЧ парогенератором состоит из квадратного корпуса 1 (рис. 1), стоек 3, крышки 2 и поддона 4. Стенки крышки 2, корпуса 1 и поддона 4 выполнены двойными, полости заполнены теплоизоляционным материалом (на фиг. не указан). Внутри корпуса расположен кронштейн 5 для установки рамок с сушью, корзинки для воскового сырья 6, а также паронаправляющие

трубки 8, соединенные с емкостью парогенератора 10. В паронаправляющих трубках 8 выполнены направляющие отверстия 9 равномерно по всей цилиндрической поверхности паронаправляющих трубок, что позволяет обеспечить равномерное распределение пара по поверхности воскового сырья, расположенного в корзинах 6 или на рамках с сушью 7. В нижней части корпуса 1 расположен кран 15 для слива конденсата и растопленного воска. Поддон 4 выполнен разборным для обеспечения простоты чистки устройства.



*Рис. 1. Паровая СВЧ воскотопка:*

- 1 – корпус; 2 – крышка; 3 – стойки; 4 – поддон; 5 – кронштейн;
- 6 – корзина для воскового сырья; 7 – рамка с сушью;
- 8 – паронаправляющие трубки; 9 – направляющие отверстия;
- 10 – емкость парогенератора; 11 – магнетрон; 12 – излучатель магнетрона;
- 13 – перегородка из термостойкого стекла; 14 – высоковольтный трансформатор;
- 15 – кран; 16 – модуль управления; 17 – датчик давления;
- 18 – система распределения пара

Ниже поддона 4 располагается система распределения пара 17, представляющая собой систему труб, обеспечивающих равномерную подачу пара в паронаправляющие трубки 8. Для снижения тепловых потерь, трубы выполнены в теплоизоляции (на фиг. не указана).

Ниже расположен СВЧ парогенератор, состоящий из высоковольтного трансформатора 14, питающего магнетрон 11, направляющий СВЧ волны при помощи излучателя 12, защищенного термостойким стеклом 13, в емкость 10, на 2/3 заполненную водой. Для контроля давления, в верхней части емкости 10 установлен датчик давления 17.

Управление устройством осуществляется при помощи модуля управления 16 расположенного в верхней части корпуса 1.

Принцип работы паровой СВЧ воскотопки следующий. Восковое сырье или рамки с сушью помещают в корзины для воскового сырья 6, установленные на кронштейны 5 в корпусе устройства.

Затем закрывают крышку 2 и включают воскотопку. Напряжение, через трансформатор 14, подается на магнетрон 11, который в свою очередь создает СВЧ излучение. СВЧ излучение отводится при помощи излучателя 12, усиливается волноводом и попадает в емкость парогенератора 10, вызывая нагрев воды. Достигнув температуры кипения, вода начинает испаряться. Пар, в свою очередь, находясь в емкости 10, так же попадает под действие СВЧ излучения и продолжает нагреваться. Давление в емкости 10 возрастает и нагретый пар направляется через систему распределения 18 в паронаправляющие трубки 8, затем, через направляющие отверстия, под давлением подается на восковое сырье (сушь). Таким образом, в первую очередь происходит нагрев и дальнейшее растапливание воскового сырья и только затем – нагрев пространства внутри корпуса и стенок воскотопки.

В процессе теплообмена пар остывает и конденсируется на поверхностях корпуса и воска, после чего стекает и накапливается на поверхности поддона. Расплавленный воск также стекает вниз, но из-за разницы в плотности, остается на поверхности воды. При этом, чужеродные примеси оседают на дно поддона, что в свою очередь позволяет получить воск более высокого качества. После достижения определенного уровня, конденсат, а затем воск сливаются при помощи крана 15 для дальнейшего использования.

После завершения вытопки воска, устройство отключают, извлекают из корзинок для воскового сырья *б* пустые рамки и производят очистку поддона *4*, корзинок *б* и корпуса *1* от остатков воска и прочих примесей.

Разработанное устройство позволит повысить эффективность вытопки воска за счет конвекционного способа растапливания влажным методом, а также увеличения площади теплового воздействия на сырье.

При этом, благодаря направляющим отверстиям, обеспечивается равномерное распределение потока пара по поверхности сырья. Что в свою очередь также повышает эффективность растапливания воска.

#### Библиографический список

1. Кудряков, Е. В. Классификация устройств для растапливания пчелиного воска / Е. В. Кудряков, Д. А. Яковлев, В. А. Сыркин // Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве : сб. науч. тр. по мат. II Всероссийской науч.-практ. конф. – Кинель : РИО СГСХА, 2017. – С. 125-129.
2. Кудряков, Е. В. Обоснование параметров нагревательного контура индукционной воскотопки / Е. В. Кудряков, Т. С. Гріднева // Вклад молодых ученых в аграрную науку : сб. науч. тр. – Кинель : РИО СГАУ, 2019. – С. 454-457.
3. Кудряков, Е. В. Разработка индукционной воскотопки / Е. В. Кудряков, Р. А. Рамазанов, В. А. Сыркин // Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве : сб. науч. тр. по мат. II Всероссийской науч.-практ. конф. – Кинель : РИО СГСХА, 2017. – С. 129-134.
4. Кудряков, Е. В. Расчет мощности индукционной воскотопки / Е. В. Кудряков, В. С. Понисько, В. А. Сыркин // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России : сб. ст. Всероссийской науч.-практ. конф. молодых ученых. – Пенза : РИО ПГАУ, 2018. – Т. I. – С. 144-147.
5. Пат. 177683 Российской Федерации, МПК А01К 59/06. Индукционная воскотопка / Сыркин В. А., Васильев С. И., Котов Д. Н. [и др.] ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Самарская ГСХА. – №2017125571 ; заявл. 17.07.17 ; опубл. 06.03.18.
6. Пат. 183484 Российской Федерации, МПК А01К 59/06. Индукционная воскотопка / Сыркин В. А., Машков С. В., Котов Д. Н. [и др.] ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Самарская ГСХА. – №2018118631 ; заявл. 18.05.18; опубл. 24.09.18.
7. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для контроля и воздействия на сельскохозяйственные объекты :

отчет о НИР (заключ.) ; рук. Нугманов С. С. ; исполн.: Васильев С. И. [и др.]. – Кинель, 2018. – 160 с. – № ГР 01201376403.

8. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для воздействия на сельскохозяйственные объекты : монография / С. С. Нугманов, С. И. Васильев, Т. С. Гриднева [и др.]. – Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. – 150 с.

УДК 621.436-224.2

## **ИЗМЕРЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ОГНЕВОГО ДНИЩА ГОЛОВКИ ЦИЛИНДРОВ**

Антипов Аполлон Константинович, студент 2 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Шустов Глеб Олегович, студент 2 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Руководитель: Черкашин Николай Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технический сервис», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 10.

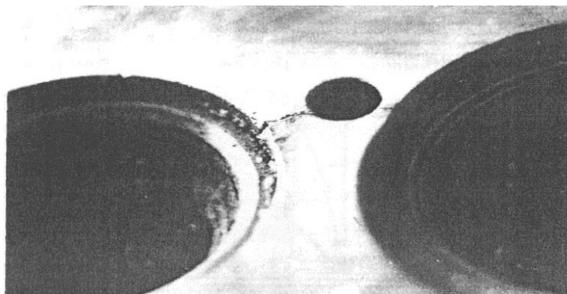
E-mail: Cherkashin\_NA@ssaa.ru.

**Ключевые слова:** измерение, глубина, трещина.

*Обоснована необходимость измерения трещин огневого днища головки блока цилиндров, рассмотрен и описан применяемый для этого метод. Подобрано необходимое для этого оборудование.*

Головки цилиндров являются одним из самых долговечных базовых деталей. Срок службы их составляет более 20 лет, что значительно выше срока службы коленчатых валов и блоков цилиндров [1].

Одной из наиболее дорогостоящих операций при ремонте двигателя является замена головки блока цилиндров. При эксплуатации дизелей в головках блоков цилиндров (ГБЦ) двигателей в межклапанных перемычках, между отверстием под распылитель и гнездами клапанов появляются термоусталостные трещины (рис. 1). По различным данным этому дефекту подвергаются до 80% современных дизелей [2]. Они вызваны циклическим термическим и механическим воздействием на указанные зоны, особенно при неустановившихся режимах работы (запуск и выключение дизеля).



*Рис. 1. Трещины в межклапанных перемычках головки блока цилиндров дизеля ЯМЗ-238НБ*

Как правило, это большие перепады температур по ширине и толщине огневого днища; механическая напряженность, возникающая при монтаже деталей [3].

Сложная геометрия этой детали и материал – серый чугун СЧ25 усиливает данные факторы [4]. В результате возникают пластические деформации, которые при своем развитии проявляются в виде трещин в местах концентрации напряжений. Этими местами являются межклапанные перемычки огневого днища ГБЦ [3]. Термоусталостные трещины межклапанных перемычек ГБЦ являются аварийным дефектом, который лимитирует ресурс этой детали. Поэтому необходим мониторинг данного дефекта. Наиболее удобно это осуществлять применяя электропотенциальный метод.

Электропотенциальный метод (ЭПМ) относится к электрическим методам контроля (ЭМК) и основан на регистрации падения потенциала. При приложении к металлическому телу электрического напряжения в нем образуется электрическое поле. Если напряжение стабилизировано, то поле будет также стабильным. Геометрическое место точек с одинаковым потенциалом составляет эквипотенциальные линии. Электроды, с помощью которых создается поле, называются токовыми. Разность потенциалов на достаточном расстоянии от токовых электродов зависит от трех факторов: электропроводности, геометрических размеров токонесущего изделия и трещин. Особенно на это влияют трещины на поверхности. Если с помощью двух других электродов, называемых потенциальными, измерять разность потенциалов на участках, расположенных между токовыми электродами, то величина

разности потенциалов будет зависеть от толщины изделия и наличия трещин.

Электропотенциальный дефектоскоп ЭПД-6 (рис. 2) предназначен для измерения глубины трещин на поверхности изделий, изготовленных из различных сталей или чугунов.

В основу работы дефектоскопа положен электропотенциальный метод измерения глубины поверхностных дефектов типа трещин.

Сущность метода заключается в следующем. Четыре контакта измерительного зонда устанавливаются на поверхность изделия. Через крайние контакты по поверхности пропускается переменный ток стабильной частоты и амплитуды, измеряется напряжение на средних контактах. Однако в таких условиях речь идет об измерении очень малых значений сопротивления, поэтому используется ток высокой частоты, характеризующийся активным проявлением так называемого скин-эффекта.



*Рис. 2. Общий вид прибора ЭПД-6 с измерительным датчиком и объектом измерения*

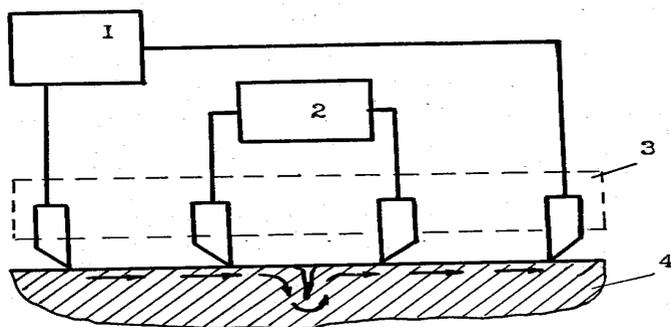
Скин-эффект (от английского «skin» – «шкура») состоит в том, что электрическое поле тока высокой частоты (ВЧ) охватывает не всю высоту сечения проводника, а лишь сегментообразную приповерхностную зону между электродами.

При установке на бездефектном участке измеренная величина напряжения определяется электромагнитными свойствами материала в месте измерения. Это дает возможность настройки дефектоскопа на данный материал изделия.

Если далее установить зонд так, чтобы трещина оказалась между средними контактами, напряжение между ними возрастает, потому что ток огибает трещину через дно и сопротивление участка на котором происходит измерение, увеличивается. Это увеличение тем больше, чем глубже трещина, что позволяет калибровать прибор непосредственно в единицах глубины трещин,

Принцип действия электропотенциального дефектоскопа основан на прохождении токов высокой частоты, в поверхностном слое металла огибающих различного рода препятствия и трещины (рис. 3). При помощи крайних электродов зонда к поверхности детали подводится ток высокой частоты, который огибая трещину, создает разность потенциалов на ее кромках. Чем больше эта разность потенциалов, тем больше глубина трещины[4].

Разность потенциалов измеряют при помощи средних контактов зонда, к которым подключены выводы стрелочного индикатора – селективного вольтметра.



*Рис. 3. Принцип действия прибора ЭПД-6*

1 – генератор стабильного тока; 2 – селективный вольтметр;  
3 – четырехконтактный зонд; 4 – исследуемая деталь

Перед замером трещин прибор тарировался на специально изготовленных образцах из того же материала, что и материал головки цилиндров. Образец имел прорезь постепенно увеличивающейся глубины с отметками (2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 мм). На поверхности без прорезей стрелка индикатора прибора выставлялась на ноль, затем при установке зонда на прорезь в образце определенной глубины совмещали стрелку вольтметра с делением шкалы, соответствующем глубине трещины. После настройки прибора

можно проводить измерение глубины термоусталостных трещин огневого днища ГБЦ.

Таким образом проводя мониторинг развития термоусталостных трещин огневого днища ГБЦ при поступлении двигателя в ремонт можно прогнозировать остаточный ресурс этой детали и проводить необходимые ремонтные мероприятия, направленные на продление ее работоспособности

#### Библиографический список

1. Володько, О. С. Методологические основы исследований надежности и работоспособности технических систем // Известия Самарской ГСХА. – 2013. – №3. – С. 40-44.
2. Черкашин, Н. А. Характеристика напряженного состояния межклапанных перемычек головки цилиндров дизельных двигателей / Н. А. Черкашин, С. Н. Жильцов, В. В. Чекалин // Новые технологии и технические средства для эффективного развития АПК : мат. национальной науч.-практ. конф. Воронежского ГАУ им. императора Петра I. – Воронеж, 2019. – С. 254-258.
3. Черкашин, Н. А. Анализ способов устранения термоусталостных трещин межклапанных перемычек головки цилиндров дизеля // Инновационные достижения науки и техники АПК. – Кинель, 2017. – С. 701-705.
4. Черкашин, Н. А. Результаты исследований развития трещин в головках блоков цилиндров двигателя ЯМЗ-238НБ / Н. А. Черкашин, С. Н. Жильцов // Известия Самарской ГСХА. – 2016. – №4. – С. 47-50.

УДК 621.436-224.2

## ИЗМЕРЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Антипов Аполлон Константинович, студент 2 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Шустов Глеб Олегович, студент 2 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Руководитель: Черкашин Николай Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технический сервис», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 10.

E-mail: Cherkashin\_NA@ssaa.ru.

**Ключевые слова:** измерение, величина, остаточные напряжения.

*Обоснована необходимость измерения остаточных напряжений огневого днища головки блока цилиндров, рассмотрен и описан применяемый для этого метод. Подобрано необходимое для этого оборудование.*

Остаточные напряжения – это сохраняющиеся во времени внутренние напряжения, основной причиной возникновения которых является неоднородность деформации в разных точках тела вследствие неравномерности температур или пластических деформаций.

Основной причиной возникновения остаточных напряжений является неоднородность пластической деформации материала, которая возникает вследствие неоднородного по сечению холодного деформирования, неравномерного распределения температур при нагреве или охлаждении, неравномерности фазовых превращений в изделии. Все технологические процессы обработки металлов давлением (ковка, штамповка, прокатка, волочение, пресование) сопровождаются неравномерной пластической деформацией по сечению. Одни слои металла растягиваются в большей степени, чем другие, и после разгрузки в них возникают остаточные напряжения сжатия, в других – в менее деформируемых слоях – возникают растягивающие остаточные напряжения. При горячей обработке давлением на неоднородное поле деформаций накладывается неравномерное температурное поле, возникающее при охлаждении изделий. Неравномерное распределение температуры по сечению может приводить к неравномерному протеканию фазовых превращений в металле, что при различных удельных объемах ведет к возникновению высоких остаточных напряжений. Таким образом, после горячей обработки металлов давлением возникает сложная система остаточных напряжений, величина и характер распределения которых определяются всеми перечисленными факторами. Определить остаточные напряжения, возникающие в результате действия фазовых превращений, весьма сложно, так как они всегда связаны с наличием неравномерного температурного поля и, как следствие, температурных остаточных напряжений [5]. Остаточные напряжения сказываются на поведении изделия при обработке, эксплуатации и даже при хранении на складе [2].

Растягивающие остаточные напряжения в поверхностных слоях особенно вредны для деталей, работающих при знакоперемен-

ной нагрузке, так как такие напряжения способствуют усталостному разрушению.

Остаточные напряжения могут вызвать искажение формы (коробление) и изменение размеров изделия во время его обработки, эксплуатации или хранения на складе. Коробление металлоизделий появляется в результате изгибающей и скручивающей деформации, возникающей в металле при нарушении равновесия внутренних сил и моментов. Особенно частые и сильные коробления появляются при обработке резанием, так как удаление слоя металла нарушает равновесие остаточных напряжений.

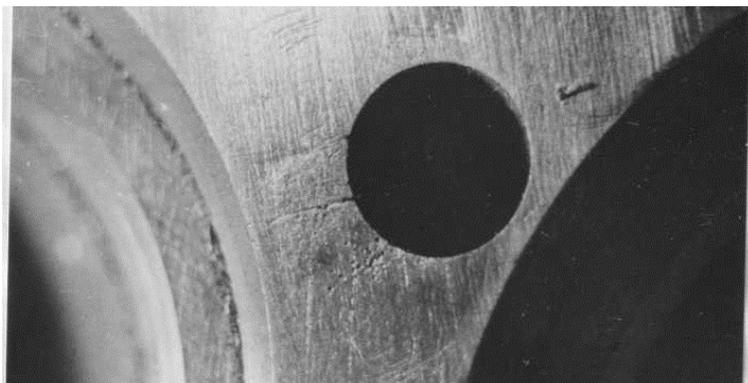
Одной из наиболее распространенных причин возникновения остаточных напряжений являются неравномерные температурные воздействия на смежные объемы материала. В общем случае нагрева какой-либо детали, если температурное поле обладает градиентом, возникают неравномерные объемные изменения отдельных участков детали. Это обстоятельство приводит к возникновению так называемых временных температурных напряжений, которые впоследствии при определенных условиях могут превращаться в остаточные напряжения.

Остаточные напряжения, алгебраически складываясь с рабочими, извне приложенными напряжениями, могут их усиливать или ослаблять. Как правило, наиболее опасны растягивающие остаточные напряжения, так как они, складываясь с растягивающими напряжениями от внешних нагрузок, приводят к разрушению, хотя эти нагрузки могут быть и невелики.

Особенно опасны растягивающие напряжения при трехосном растяжении. Как известно, напряженное состояние при трехосном растяжении наиболее «жесткое», так как касательные напряжения, вызывающие пластическое течение, чрезвычайно малы или равны нулю, вследствие чего создаются благоприятные условия для хрупкого разрушения. Остаточные напряжения особенно опасны также в изделиях из малопластичных сплавов и в таких, которые становятся хрупкими при понижении температуры.

Все вышеизложенное, в полной мере относится к головкам блоков цилиндров (ГБЦ) дизелей. Максимальная концентрация всех напряжений приходится на зону межклапанных перемычек ГБЦ. Это вызывает термоусталостные трещины в этих зонах (рис. 1). Для мониторинга накопления остаточных напряжений необходимо проводить их измерения.

Непосредственное определение напряжений в процессе проведения термоциклирования осуществлялось посредством прибора для измерения остаточных напряжений ИОН-4м, используя магнитоупругий метод.



*Рис. 1. Трещины в межклапанных перемычках головки блока цилиндров дизеля ЯМЗ-238НБ*

Магнитоупругий метод основан на изменении магнитной проницаемости под действием механических напряжений. Изменение магнитной проницаемости обнаруживается по изменению магнитной индукции при постоянстве внешнего намагничивающего поля. Требуется предварительная тарировка метода на эталонных образцах, в том числе под нагрузкой. Измерения можно производить только на ферромагнитных материалах. Малопригоден для измерения остаточных напряжений в сварных швах из-за возникающей в них неоднородности физических свойств.

Принцип действия прибора основан на использовании магнитоупругого эффекта, проявляющегося в ферромагнитных материалах под действием напряжений, при этом изменяются магнитные характеристики материала (рис. 2).

Эти изменения, по отношению к ненапряженным (нулевым) образцам из контролируемого материала, по которым, перед использованием, настраивается прибор, регистрируются при помощи накладных магнитоупругих преобразователей.

Магнитоупругий преобразователь выполнен накладным, трансформаторного типа с пятиполюсным магнитопроводом, на центральном полюсе которого расположена возбуждающая

обмотка, а на четырех периферийных полюсах – измерительные обмотки, соединенные попарно в диаметральных направлениях.

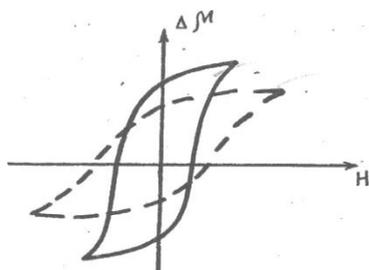


Рис. 2. Изменение магнитных характеристик материала: магнитной проницаемости и магнитной напряженности; — без нагрузки; - - с нагрузкой

Применение прибора для измерения остаточных напряжений путем измерения магнитных характеристик контролируемого материала связано с особенностями работы головки блока. Для использования этого прибора, предварительно требуется провести его тарировку. Для этого нужны 2 образца (для растяжения и сжатия), выполненных из того же материала, что и головка блока. Форма и размеры образцов должны быть подобны зонам ГБЦ в которых будут проводится замеры. Это зоны межклапанных перемычек, где возникают аварийные дефекты в виде сквозных трещин. затем изготовленные образцы необходимо подвергнуть растяжению и сжатию с заранее заданными усилиями. Предварительно на этих образцах закрепляли датчик – магнитоупругий преобразователь. В процессе этой тарировки с него надо снимать показания и строить тарировочные графики на сжатие и растяжение – две линии. По ним можно будет определять действительные напряжения и их динамику в указанных зонах ГБЦ

Таким образом проводя мониторинг развития остаточных напряжений межклапанных перемычек огневого днища ГБЦ при поступлении двигателя в ремонт можно прогнозировать остаточный ресурс этой детали и проводить необходимые ремонтные мероприятия, направленные на продление ее работоспособности.

### Библиографический список

1. Чернышев, Г. Н. Полезные и опасные остаточные напряжения / Г. Н. Чернышев, А. Л. Попов, В. М. Козинцев // Природа. – 2002. – №10. – С. 26-29.
2. Черкашин, Н. А. Характеристика напряженного состояния межклапанных перемычек головки цилиндров дизельных двигателей / Н. А. Черкашин, С. Н. Жильцов, В. В. Чекалин // Новые технологии и технические средства для эффективного развития АПК : мат. национальной науч.-практ. конф. Воронежского ГАУ им. императора Петра I. – Воронеж, 2019. – С. 254-258.
3. Черкашин, Н. А. Анализ способов устранения термоусталостных трещин межклапанных перемычек головки цилиндров дизеля // Инновационные достижения науки и техники АПК. – Кинель, 2017. – С. 701-705.
4. Черкашин, Н. А. Причины возникновения трещин межклапанных перемычек головки цилиндров дизеля // Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения : сб. науч. тр. – Кинель, 2016. – С. 426-429.

УДК 621.31

## **АНАЛИЗ СПОСОБОВ И МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

Петров Александр Юрьевич, студент 4 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ.

Руководитель: Белов Евгений Леонидович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Механизация, электрификация и автоматизация с-х. производства», ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ.

428000, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29.

E-mail: [Belovevg2008@yandex.ru](mailto:Belovevg2008@yandex.ru)

**Ключевые слова:** электромеханические процессы, электроэнергетика, электроооружённость, качество электрической энергии.

*Затронуты вопросы качества электроснабжения сельскохозяйственных потребителей. Рассмотрены требования и особенности сельского электропотребления, предъявляемые современным сельским хозяйством к надежности электроснабжения и качеству электроэнергии.*

Производство электромеханических процессов сделала электроэнергию важнейшей базой энергетики в сельском хозяйстве. И этот факт влияет на повышение надежности, требованию

и качеству электрической энергии и экономичности используемых в сетях сельское хозяйство.

Современные технологии, применяемые в инфраструктуре агропромышленного комплекса оказали сильное влияние в развитии производства в сельском хозяйстве. Таким образом усовершенствуются условия технического и материального характера агропромышленного комплекса, что влияет и увеличивает потенциал эффективности производственного АПК. Поэтому всё важнее становится вклад усовершенствование обслуживающих сфер, к повышению качеству обслуживанию.

Значимым фактором улучшения и повышения АПК, является электроэнергетика. Это влияет на сокращение ручной работы, расширяет отрасль производства, увеличивается электровооружённость, что в конечном итоге меняет на структуру содержания.

Но часто на практике бывает, что возникают определённые проблемы, что приводит к снижению качества электрической энергии, что в конечном итоге возникают большие расходы и потери продукции сельского хозяйства, снижение процессов генерации, передачи и потребления электроэнергии за счет увеличения потерь в питающих сетях, уменьшение срока службы, нарушение нормальной работы электрооборудования и старения изоляции, нарушение нормальной работы и выход из строя устройств релейной защиты, автоматики и связи. Также это проблема возникает с перерывами электроснабжения и изменениями электромагнитных параметров.

Эти проблемы невозможно полностью исправить в нынешнее время, но существуют несколько методов которые оказывают значимое влияние на обеспечение качества электроснабжения, рассмотрим некоторые из них:

1) Рационализация электроснабжения, заключающаяся, в частности в повышении мощности в сети, в питании нелинейных потребителей повышенным напряжением.

2) Улучшение структуры первого уровня, например, обеспечении номинальной загрузки двигателей, использование многофазных схем выпрямления, включение в состав потребителя корректирующих устройств.

3) Использование устройств коррекции качества – регуляторов одного или нескольких показателей качества электроэнергии или связанных с ними параметров потребляемой мощности.

Из рассмотренных вариантов самым экономически выгодным является 3-я группа, так как приводит к значительным затратам из-за изменений сети структуры.

Новые проекты надо обязательно вводить учитывая современные требования, также стоит обращать внимание на качество регуляторов и на их типы. Но эти новые введения будут косвенно касаться других видов, что возникнут другие искажения.

Использование электрической энергии в производстве и в иной отрасли значительно влияет на качество, создаёт приятные условия для жизни...

В нынешнее время существует ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах энергоснабжения общего назначения», в котором описаны основные требования к системе электроснабжения и для сельскохозяйственных потребителей.

В заключении, можно сделать вывод, что вводимые новые инновации в нынешнее время можно применить и к сельском хозяйстве с целью увеличения качества электроснабжения. Стоит значительное время вкладывать на усовершенствование и повышению качеству обслуживающих сфер и отраслей энергетики, так как оно имеет сильное влияние на сельское хозяйство. Цифровизация сельского хозяйства требует все новые инновации в своем производстве и поэтому необходимо чтобы качество электрической энергии в этой отрасли не уступало электроснабжению в других отраслях. В противном случае сельское хозяйство не будет успевать развиваться вовремя и окажет отрицательное влияние на своих потребителей.

#### Библиографический список

1. Гуревич, Ю. Е. Особенности электроснабжения, ориентированного на бесперебойную работу промышленного потребителя / Ю. Е. Гуревич, К. В. Кабиков. – М. : Торус Пресс, 2015. – 408 с.
2. Куско, А. Сети электроснабжения. Методы и средства обеспечения качества энергии / А. Куско, М. Томпсон. – М. : Додэка XXI, 2011. – 336 с.
3. Свириденко, Э. А. Основы электротехники и электроснабжения / Э. А. Свириденко, Ф. Г. Китунович. – М. : Техноперспектива, 2016. – 436 с.

## МНОГОЯРУСНОЕ ТЕПЛИЧНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЛИЧНЫХ ПОДСОБНЫХ ХОЗЯЙСТВ

Имамов Ильдар Радисович, магистр 2 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ.

Руководитель: Белов Евгений Леонидович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Механизация, электрификация и автоматизация с-х. производства», ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ.

428000, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29.

E-mail: Belovevg2008@yandex.ru

**Ключевые слова:** многоуровневая теплица, светодиодные светильники, досвечивание растений.

*Предлагается максимально использовать кубатуру теплиц, используемых в личных подсобных хозяйствах. Для этого предлагается внутри теплицы разместить конструкцию в виде многоуровневых стеллажей. Над каждым уровнем размещены светодиодные светильники определённого спектра излучения для соответствующих растений.*

Эксплуатация теплиц имеет свои особенности. Известно, что зимой день очень короткий, интенсивность естественного освещения невелика, солнечных дней бывает мало. Поэтому многие овощные культуры, такие, как огурцы, помидоры, перцы, баклажаны, кабачки, не получают нужного им количества солнечной энергии. В последние годы многие тепличные комбинаты стали применять светодиоды определённого спектра. Теперь уже установлено, что, пользуясь искусственным освещением, вполне возможно выращивать зимой любые овощные культуры и получать в январе зрелые красные помидоры, свежие ароматные огурцы, другие светолюбивые овощи [1].

В самом деле, если посмотреть на грунтовую теплицу, засаженную луком, сельдереем, петрушкой, то нетрудно убедиться, что огромная – причем наиболее теплая – верхняя часть пропадает даром. Выгоночные культуры поднимаются над грунтом теплицы на 30-40 см, а высота теплиц бывают разные и превышают рост самого растения в несколько раз. Над растениями остается еще много свободного пространства.

Задача, стало быть, состоит в том, чтобы использовать кубатуру теплиц более выгодно, в несколько ярусов. Следует устраивать несколько в зависимости от высоты теплицы дополнительные стеллажи, на которых можно выращивать овощи на зелень.

Например, в патенте № RU 2666780 Многоуровневая система выращивания растений с использованием естественного света и искусственного света предлагается использовать естественный и искусственный свет в многоуровневой теплице. Конструкция теплицы представляет собой несколько уровней, в котором в верхнем уровне используется естественный свет, а в нижнем уровне искусственный свет для выращивания на ней растений [2].

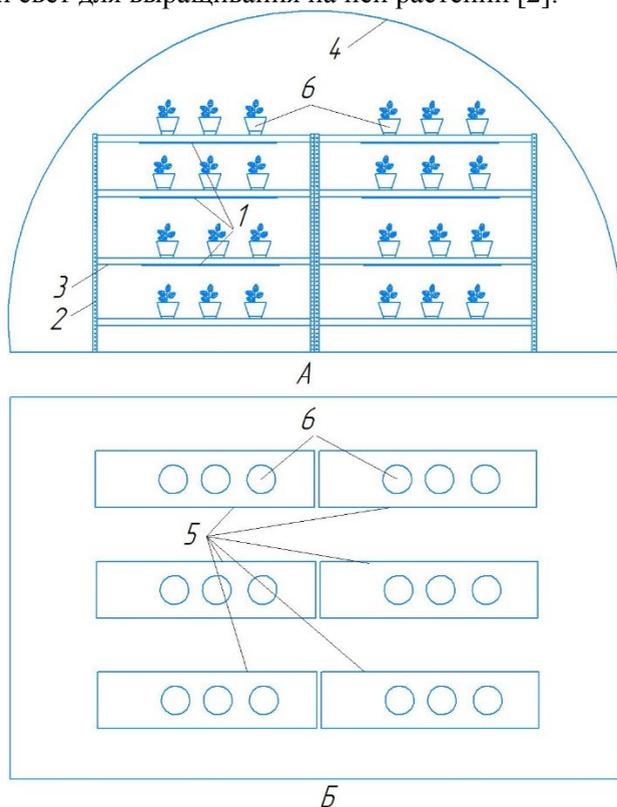


Рис. 1. Конструкция многоуровневого тепличного устройства:

а) вид спереди; б) сверху;

1 – светодиоды; 2 – уголки с отверстиями; 3 – полки; 4 – теплица;

5 – стеллажи; 6 – контейнеры с растениями

В изобретении [3] увеличения возможностей теплицы предлагают использовать верхние теплые воздушные слои теплицы трубопроводом передавать в нижние слои – непосредственно к растениям или для обогрева почвы. Тем самым более равномерно распределяется температура в возле растений.

Нами на кафедре МЭАСХП Чувашского ГАУ был изготовлен экспериментальный образец. Собрали конструкцию, которая представляет из себя металлические оцинкованные угольники, соединенные между собой полкой, которая состоит из такого же материала. В угольниках через каждые 5 см просверлены отверстия, на которые крепятся полки, для регулирования расстояния между полками. Конструкция получилось надежной и устойчивой. С целью получения быстрого и качественного урожая устанавливаются светодиодные светильники определенного спектра, в зависимости от вида культур растений [4].

В конце хочется добавить, установку можно закрыть вокруг полностью светопропускающим материалом, что позволит внутри регулировать микроклимат и досвечивать растение только нужным спектром.

Как видим, с переходом к более правильному использованию производственных площадей удельный вес так называемой овощной продукции станет преобладающим. Значительно снизится себестоимость продукции. Все те овощи, которые выращиваются выше первого яруса, на втором и третьем стеллажах, фактически пользуются бесплатным теплом.

#### Библиографический список

1. Тертышная, Ю. В. Влияние спектрального состава света на развитие сельскохозяйственных культур / Ю. В. Тертышная, Н. С. Левина // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2016. – № 5. – С. 24-29.
2. Пат. 2017108899 Российская Федерация. Многоуровневая система выращивания растений с использованием естественного света и искусственного света / Парк А., Лим Д. – № 266780, Бюл. № 26.
3. Пат. 2019114890 Российская Федерация. Тепличное устройство с обогревом почвы / Белов В. В., Белов Е. Л., Белов С. В. [и др.]. – № RU2723036С1, Бюл. № 16.
4. Имамов, И. Р. Экспериментальное многоуровневое тепличное устройство / И. Р. Имамов, В. В. Белов, Е. Л. Белов // Студенческая наука – первый шаг в академическую науку : мат. Всероссийской

студенческой науч.-практ. конф. с участием школьников 10-11 классов. – В 2-х ч. – Чебоксары, 2020. – С. 93-96.

УДК 621.311

## **ПЕРСПЕКТИВЫ И АКТУАЛЬНОСТЬ УСТАНОВКИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Першин Алексей Игоревич, магистрант 1 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Понисько Владимир Сергеевич, магистрант 1 курса инженерного факультета, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Руководитель: Фатхутдинов Марат Рафаилович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация АПК», ФГБОУ Самарский ГАУ.

**Ключевые слова:** климат, ветрогенераторы, солнечная энергия, эффективность.

*Приведены актуальные на данный момент перспективы реализации установок альтернативных источников энергии, таких как солнечные батареи и ветрогенераторы, на территории Самарской области с учётом условий климата данного региона.*

Возобновляемая энергия вырабатывается природными источникам и не наносит ущерб окружающей среде. Циклические процессы, протекающие в природе позволяет использовать их регулярно в энергетической отрасли. Запасы данной энергии практически неисчерпаемы и размеры их неограниченны. Потенциал использования данной энергии огромен, но она распределена по территории неравномерно и нестабильна. Каждый регион на планете имеет свои возможности к использованию той или иной формы возобновляемого источника энергии.

На территории РФ наиболее благоприятными регионами для использования солнечной энергии являются Северный Кавказ и Нижнее Поволжье. Годовое поступление солнечной энергии на горизонтальную поверхность данных территорий составляет 1280-1870 кВт · ч/м<sup>2</sup>. Продолжительность солнечного излучения 2000-2200 ч в год. Общее солнечное излучение в 1,5 раза выше, чем в европейских и скандинавских странах, где с 80-х гг. XX века гелиотеплоснабжение было распространённым явление.

Годовое поступление солнечной энергии на территории РФ составляет от 800 (68° северной широты) до 2000 кВт·ч/м<sup>2</sup> (39° северной широты). На 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности на юге Поволжья – 1100-1380 кВт·ч [1].

В Ставропольском, Краснодарском краях и Южном Поволжье годовое число солнечных часов составляют от 1300 до 1900 и условия наиболее благоприятны для использования солнечной энергии. В данных регионах РФ за неотапительный период, когда теплопотребление минимальное, на Землю поступает около 2/3 всего годового количества солнечной энергии, а в июне-июле приход солнечной энергии в 5-10 раз больше чем в декабре.

В густонаселенной средней полосе РФ, среднем и северном Поволжье и на юге Сибири со сравнительно невысокой солнечной радиацией, поступающей на 1 м<sup>2</sup> поверхности земли целесообразно использование способов непосредственного превращения солнечной энергии в электричество с помощью солнечных батарей (фотоэлектрических преобразователей) с высоким КПД (37 %) для автономного электроснабжения объектов и средствами солнечного низкотемпературного теплоснабжения жилых, социально-бытовых и административных зданий и низкотемпературных технологий. На более высоких широтах территории РФ использование солнечной энергии в целях энергообеспечения возможно только при использовании вакуумных солнечных коллекторов с концентраторами для получения теплоносителя с температурой в пределах 100-200°С или специальные параболоцилиндрические концентраторы со следящими системами за солнцем для пароснабжения небольших паротурбинных установок с электрогенератором (модульной СЭС) [1].

Ветроэнергетический потенциал Среднего Поволжья имеет достаточно большие запасы. По оценкам экспертов, строительство ветрогенераторов можно достаточно быстро окупить при стоимости электроэнергии от 3,5-4 рублей за киловатт-час.

Достоинством ветровой энергии считается доступность, повсеместная распространенность и практическая неисчерпаемость ресурса. Источник энергии не нужно добывать и транспортировать к месту потребления: ветер сам поступает к установленному на его пути ветродвигателю.

Эта особенность ветра чрезвычайно важна для труднодоступных (арктических, степных, пустынных, горных) районов,

удаленных от источников централизованного энергоснабжения, и для относительно малых (до 100 кВт) потребителей энергии, раскинутых на обширных пространствах.

Средняя скорость ветра по Самарской области – 4 м/с. Современные ветроэнергетические станции могут устойчиво работать, начиная со скорости ветра в 8-10 м/с [3]. Для данного ветрового диапазона данные устройства могут не подойти. В этих условиях нужны особые технические решения для использования энергии воздушных потоков. Одно из них – вихревая ветроэнергетическая мини-установка.

Климат Самарской области позволяет в южных и восточных районах области рационально использовать и применять ветроэнергетические установки в качестве автономного источника электроэнергии, где среднегодовая скорость ветра составляет 5-7 м/с. Также в последнее время порывы ветра всё сильнее усиливаются на территории области, что может приводить как к положительным моментам в плане увеличения мощности и эффективности ветровых установок, так и к частым поломкам и выводам из строя установок.

На сегодняшний день наиболее перспективным направлением развития ветроэнергетики в Самарской области является разработка ветрогенераторов для снабжения электрической энергией объектов социальной и образовательной инфраструктуры, небольших поселков и деревень. Наблюдения показывают, что большей производительностью ветрогенераторы могут себя показать в зимний период, когда ветер значительно усиливается, особенно на фоне больших степных районов Самарской области, и появляется естественная необходимость в значительном количестве тепла.

Самым экономически обоснованным является вариант установки комбинированной системы, включающей возможности получения ветровой и солнечной энергии, а в их отсутствие – с помощью традиционных источников. Подобная система сможет надежно обеспечить электричеством в случае перебоев в электроснабжении.

Южным районам Самарской области наиболее эффективнее всего использовать гибридные автономные системы, т.к. юг области более подвержен ветрам и имеет высокую степень солнечной инсоляции.

На территории Самарской области уже есть успешные примеры применения альтернативных источников энергии в особенности использования солнечной энергии. Самарский полигон твердых бытовых отходов полностью отказался от услуг энергетиков и сам обеспечивает себя электричеством за счет экологически безопасных источников. Данный способ обеспечения энергией, как оказалось, куда более экономически выгоден, чем подведение линии электропередач и следуемая за этим высокая оплата счетов.

В регионе работает также самая крупная в стране (не считая Крымского полуострова) солнечная электростанция (СЭС) мощностью 75 мегаватт.

На территории области можно найти множество светильников работающих на альтернативных источниках энергии (в основном солнечные батареи) от дорожных до обычных уличных.

#### Библиографический список

1. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : краткий курс лекций для аспирантов второго года обучения по научной специальности 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве», профиль подготовки – «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» / сост.: А. М. Эфендиев. – Саратов, 2014. – 94 с.
2. Земсков, В. И. Возобновляемые источники энергии в АПК : учебное пособие. – СПб. : Лань, 2014. – 355 с.
3. Climate-Energy : [портал]. – URL: [https://climate-energy.ru/weather/region/climate\\_russia-reg\\_27.php](https://climate-energy.ru/weather/region/climate_russia-reg_27.php) (дата обращения: 11.10.2020).
4. «Real Solar» : [сайт]. – URL: <https://realsolar.ru/article/solnechnye-batarei/kolichestvo-solnechnoy-energii-v-regionah-rossii/> (дата обращения: 11.10.2020).
5. «Solar Home» : [сайт]. – URL: <https://www.solarhome.ru/biblio/biblio-sun/popel2.htm> (дата обращения: 11.10.2020).
6. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для контроля и воздействия на сельскохозяйственные объекты : отчет о НИР (заключ.) ; рук. Нугманов С. С. ; исполн.: Васильев С. И. [и др.]. – Кинель, 2018. – 160 с. – № ГР 01201376403.
7. Совершенствование электрофизических способов и технических средств для воздействия на сельскохозяйственные объекты : монография / С. С. Нугманов, С. И. Васильев, Т. С. Гриднева [и др.]. – Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. – 150 с.
8. Аксенов, М. П. Результаты исследований комплексного воздействия электрического поля и регулятора роста на посевные, ростовые

и продуктивные свойства подсолнечника в зоне черноземных почв Волгоградской области / М. П. Аксенов, Н. Ю. Петров, И. В. Юдаев // Вестник аграрной науки Дона. – 2016. – № 1(33). – С. 55-63.

9. Беленов, А. Т. Опыт эксплуатации крышной солнечной электростанции в г. Камышин Волгоградской области / А. Т. Беленов, С. А. Ракилов, В. В. Харченко [и др.] // Гелиотехника. – 2016. – № 2. – С. 37-41.

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Евсеев Е. А., Кузичкин Д. С., Васильев С. И.</i> Анализ способов и устройств для электрического и магнитного стимулирования растений.....	3
<i>Калёнов В. П., Исаев А. В., Васильев С. И.</i> Разработка электрической схемы устройства для освещения растений в контролируемой среде.....	8
<i>Орлов И. Е., Васильев С. И.</i> Разработка конструктивной схемы устройства для освещения растений в закрытом грунте.....	12
<i>Орлов И. Е., Васильев С. И.</i> Современные технологии и устройства для контроля состояния почвы в технологии точного земледелия.....	16
<i>Ракитин Н. А., Васильев С. И.</i> Обзор технических средств для измерения удельного сопротивления почвы.....	20
<i>Евсеев Е. А., Васильев С. И.</i> Применение электромагнитного поля как экологически чистого средства повышения урожайности сельскохозяйственных культур.....	25
<i>Калёнов В. П., Васильев С. И.</i> Разработка электрической схемы устройства для подавления помех, генерируемых ИИП, при освещении и электростимулировании растений.....	28
<i>Шастина Т. В., Казанцев М. Ю., Гриднева Т. С.</i> Анализ электрофизических способов и устройств для предпосевного стимулирования семян.....	32
<i>Молев К. С., Булатов Р. Т., Сыркин В. А.</i> Разработка схемы установки магнитной стимуляции семян с вибрационным дозатором.....	36
<i>Молев К. С., Булатов Р. Т., Сыркин В. А.</i> Разработка устройства магнитной стимуляции семян для личных подсобных хозяйств.....	39
<i>Тесленко С. В., Булатов Р. Т., Сыркин В. А.</i> Проведение исследований стимуляции семян магнитным полем в установке с вибрационным дозатором.....	43

<i>Калимуллин Р. Р., Ткаченко А. В., Гриднева Т. С.</i>	
Пути повышения качества электроэнергии в электрических сетях по напряжению.....	48
<i>Сералиева Э. Т., Казанцев М. Ю., Гриднева Т. С.</i>	
Анализ существующих способов стимуляции растений.....	50
<i>Щеглов А. Ю., Ишкин П. А.</i>	
Применение газопоршневых электростанций в системах мелиорации.....	53
<i>Кудряков Е. В., Киров Ю. А.</i>	
Разработка паровой воскотопки с СВЧ парогенератором.....	57
<i>Антипов А. К., Шустов Г. О., Черкашин Н. А.</i>	
Измерение дефектов огневого днища головки цилиндров.....	62
<i>Антипов А. К., Шустов Г. О., Черкашин Н. А.</i>	
Измерение остаточных напряжений деталей машин.....	66
<i>Петров А. Ю., Белов Е. Л. (ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ)</i>	
Анализ способов и методов обеспечения качества электро-снабжения сельскохозяйственных объектов.....	71
<i>Имамов И. Р., Белов Е. Л. (ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ)</i>	
Многоярусное тепличное устройство для личных подсобных хозяйств.....	74
<i>Першин А. И., Понисько В. С., Фатхутдинов М. Р.</i>	
Перспективы и актуальность установки альтернативных источников энергии в Самарской области.....	77

Научное издание

# ***ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ***

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ ПО МАТЕРИАЛАМ  
VI ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ

*11 декабря 2020 г.*

Подписано в печать 12.05.2021. Формат 60×841/16

Усл. печ. л. 4,88, печ. л. 5,25.

Тираж 500. Заказ №72.

Отпечатано с готового оригинал-макета

в издательско-библиотечном центре Самарского ГАУ

446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2

E-mail: ssaariz@mail.ru